جامعة حلب

كلية الهندسة الكهربائية والالكترونية

قسم نظم القدرة الكهربائية



بناء نظام مراقبة وتحكم في الشبكة الكهربائية 66/20 kv باستخدام PLC ونظام SCADA

/ شبكة محافظة إدلب /

[رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير في هندسة نظم القدرة الكهربائية]

إعداد

المهندس ساري عبيدين

العام الدراسي 2010 - 2011

جامعة حلب

كلية الهندسة الكهربائية والالكترونية

قسم نظم القدرة الكهربائية



بناء نظام مراقبة وتحكم في الشبكة الكهربائية 66/20 kv

باستخدام PLC ونظام SCADA

/ شبكة محافظة إدلب /

[رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير في هندسة نظم القدرة الكهربائية]

إعداد

المهندس ساري عبيدين

إشراف

الدكتور طه جبان

أستاذ مساعد في قسم نظم القدرة الكهربائية

كلية الهندسة الكهربائية والالكترونية

جامعة حلب

الدكتور صلاح نادر

أستاذ موصل في قسم التحكم الآلي

كلية الهندسة الكهربائية والالكترونية

جامعة حلب

العام الدراسي 2010 – 2011

الفهرس

كلمة شكر

أتقدم بالشكر الجزيل والعرفان الجميل

للدكتور المهندس **طه جبان** و الدكتور المهندس **صلاح نادر**

في قسم نظم القدرة الكهربائية في قسم التحكم الآلي

الذين تفضلا مشكورين بالإشراف على هذا المشروع

وكانا خير معين بتقديمها الدعم الكبير بالمعلومة والتوجيه

المستمر لانجاز هذا العمل

كما أتقدم بالشكر **لأساتذة أعضاء الهيئة التدريسية**

في كلية الهندسة الكهربائية والالكترونية في جامعة حلب

وأود أن أتوجه بالشكر إلى جميع المهندسين والعاملين في المؤسسة العامة لتوزيع واستثمار الطاقة الكهربائية وزارة الكهرباء وأخص بالشكر مديرية التشغيل – شركة كهرباء إدلب و قسم الحمايات - مديرية التشغيل دمشق

الإهداء

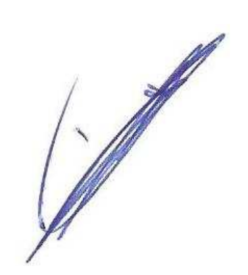
أهدي هذا البحث إلى مثلي الأعلى والعون الدائم من كان أباً وأماً وصديقاً من افتخر فيه وأعمل لكي أكون فخراً له (**والدي الحبيب**)، إلى روح من غابت عن الدنيا لكنها بقت خالدة في قلبي وذاكرتي (**روح والدتي الغالية**)، إلى من تربيت معهم في ظل بيت واحد فأشتم من نفسهم عطر الحياة (**أخوتي الأعزاء**)، إلى من كانت المربية والصديقة والحنونة (**خالتي العزيزة**)، إلى من تعلمت منها معنى الحياة وفرح الدنيا فغابت جسداً وبقت روحاً (**حبيبة عمري**)، إلى من رافقوني دروب العمر وتساعدنا في مصاعب الحياة ومشاكلها (**أصدقائي المخلصين**)، إلى كل من عملت معهم فعلموني وصقلوا الفكر الهندسي ولم يبخلوا في المعلومة (**زملائي في العمل الأوفياء**).

تصريح

أصرح بأن البحث المنجز من قبلي والذي هو بعنوان // بناء نظام مراقبة وتحكم في الشبكة الكهربائية 66/20 kv باستخدام PLC ونظام SCADA (شبكة محافظة إدلب) // لم يسبق أن قبل للحصول على أي شهادة ولا هو مقدم للحصول على أي شهادة أخرى .

المرشح

المهندس ساري عبيدين



Declaration

I herby certify that this work \\ Structure Monitoring And Control System For Electrical Set 66/20 kv By Using PLC And SCADA (Set of Idlib) \\ Has not accepted for any degree or it is not submitted to any other degree

candidate

Eng . Sari Oubidin



شهادة

نشهد بأن العمل المقدم في هذه الرسالة هو نتيجة بحث علمي قام به المرشح المهندس ساري عبيدين طالب الماجستير في قسم هندسة نظم القدرة الكهربائية في كلية الهندسة الكهربائية والالكترونية بجامعة حلب ، بإشراف الدكتور طه جبان الأستاذ المساعد في كلية الهندسة الكهربائية والالكترونية في جامعة حلب قسم هندسة نظم القدرة الكهربائية في كلية الهندسة الكهربائية والالكترونية في جامعة حلب والدكتور صلاح نادر الأستاذ المؤصل في كلية الهندسة الكهربائية والالكترونية في جامعة حلب قسم هندسة التحكم الآلي في كلية الهندسة الكهربائية والالكترونية في جامعة حلب.

المرشح	المشرف المشارك	المشرف الرئيسي
المهندس ساري عبيدين	الدكتور صلاح نادر	الدكتور طه جبان

Testimony

We witness that the described work in the result of scientific search conducted by the candidate Engineer Sari OUBIDIN, under the supervision of doctor Taha Jabban, at the department of electrical power systems, faculty of electrical and electronic engineering, Aleppo university and doctor Salah Nader, at the department of automatic control, faculty of electrical and electronic engineering , Aleppo university.

Candidate	Assistant supervisor	Main Supervisor
Eng . Sari Oubidin	Dr. Salah Nader	Dr . Taha Jabban

شهادة لجنة الحكم والمناقشة

أنجزت هذه الرسالة وهي بعنوان **" بناء نظام مراقبة وتحكم في الشبكة الكهربائية 66/20 kv باستخدام PLC ونظام SCADA "** ونوقشت بتاريخ 14 / 4 / 2011 م ، أمام لجنة الحكم المؤلفة من السادة:

الدكتورة كريمة سكر

مدرسة في قسم

هندسة نظم القدرة الكهربائية

كلية الهندسة الكهربائية

والإلكترونية

جامعة حلب

الدكتور طه جبان

أستاذ مساعد في قسم

هندسة نظم القدرة الكهربائية

كلية الهندسة الكهربائية

والإلكترونية

جامعة حلب

الدكتور قيس عبود

أستاذ في قسم

هندسة الطاقة الكهربائية

كلية الهندسة

الكهربائية والميكانيكية

جامعة تشرين

الجمهورية العربية السورية
جامعة حلب
مجلة البحوث

الرقم : ٤٠٩٤
التصنيف : ٣/١١/٢٠٠٨
الموضوع : ....

الدكتور طه جبان
قسم نظم القدرة الكهربائية
كلية الهندسة الكهربائية والإلكترونية
جامعة حلب

الدكتور صلاح نادر
قسم هندسة التحكم والأتمتة
كلية الهندسة الكهربائية والإلكترونية
جامعة حلب

ساري عبيدين
طالب دراسات عليا (ماجستير) قسم نظم القدرة الكهربائية
كلية الهندسة الكهربائية والإلكترونية ــ جامعة حلب

يسرنا إعلامكم أنه تمت الموافقة على نشر بحثكم بعنوان:

تصميم نظام SCADA للتحكم بمحطات التحويل الكهربائية 66/20 KV

في العدد /64/ لعام 2008 من مجلة بحوث جامعة حلب سلسلة العلــوم الهندســية علماً أن البحــث ورد للمجلــة بتــاريخ ــ2008/9/24 وقبــل للنــشر بتــاريخ ــ 2008/11/3

وتفضلوا بقبول فائق التحية.

مدير مجلة بحوث جامعة حلب

أ.د. محمد نصوح علايا


The First International Engineering
Sciences Conference
University of Aleppo
Syrian Arab Rebuplic
العيد الذهبي
The Golden Jubilee
الجمهورية العربية السورية
جامعة حلب
University Of Aleppo 1958 - 2008
المؤتمر الدولي الأول
للعلوم الهندسية
جامعة حلب
IESC " 2008
Aleppo, November 2-4, 2008
Certificate of Participation
To: ساري عبيدين
جامعة حلب، سوريا
For Presenting
تطبيق انظمة التحكم الصناعي على شبكات نقل القدرة الكهربائية
Prof. M. Y. Al - Hashem
Scientific Committee, Chairman
PRESIDENT UNIVERSITY OF ALEPPO
Prof. M. Nizar Akil
Aleppo University, President

ملخص البحث

تم من خلال هذا البحث تصميم بنية لأتمتة أنظمة عمل الشبكة الكهربائية *66/20 KV* من خلال مركز تنسيق واحد. يتحكم هذا المركز بكافة الخطوط والمحولات التابعة له، حيث تم إعداد مركز تنسيق رئيسي ومجموعة مراكز تحكم فرعية تتوضع في المحطات الفرعية. يقوم المركز الرئيسي بالتحكم بكافة الخطوط والمحولات الموجودة في الشبكة التي تقع تحت إدارته إما بشكل مباشر أو عن طريق المراكز الفرعية. كما يقوم المركز بمراقبة جميع الحمولات الموجودة على الشبكة وعمليات الفصل والوصل على كافة مستويات الجهد لإجراء الصيانة الطبيعية على الخطوط أو المناورة على الخطوط من أجل كشف الأعطال أو الفصل بسبب الأعطال وتسجيل هذه الحوادث ضمن جداول إحصائية تشمل جميع الجداول الإحصائية التي تهم الشبكة الكهربائية. أما المراكز الفرعية فتقوم بالتحكم بأنظمة عمل المحطة الفرعية التي تقع تحت إدارة كل مركز فرعي.

Abstract

By this research we designed system for controlling by systems of work of the electrical set 66 /20 KV through one controlling center. this center will control with all electrical power line and transformer that so we design main center and many subcenter that is located in the substations.

The main center will control with all lines and transformer that it is managed them directly or through subcenter. and will supervision all loads and control the connecting and disconnecting circuit breaker for all level of voltage for normal works of maintenance or searching for discovery the fault or disconnecting by fault.

This system will acquiesce data of all events by table that include all parameters of electrical set.

All subcenter will control with the systems of operating for substation that is under his management.

I - الهدف من البحث

يهدف هذا البحث إلى بناء نظام تحكم ومراقبة متكامل (باستخدام PLC ونظام SCADA) يربط جميع المحطات مع بعضها البعض ويحقق الأهداف التالية:

مراقبة عمل المحطات وحمولاتها والقيام بعمليات المناورة لفصل أقل عدد ممكن من الأحمال أثناء حدوث الأعطال.

جمع وأرشفة الجداول الخاصة بجميع حالات العمل الطبيعية وغير الطبيعية للمحطات.

تسجيل الحوادث الطارئة وكشف الأعطال وتحديد أنواعها وأسبابها وتسجيلها حسب أهمية الأعطال وتواريخ وقوعها.

القيام بالمناورات عن بعد وذلك لتقليل فترات انقطاع التيار الكهربائي عن المستهلك ما أمكن.

تقليص عدد اليد العاملة في المحطات.

بناء البنية التحتية التي تنطلق منها عملية وضع برنامج متكامل من أجل أتمتة النظام الكهربائي.

II - أهمية البحث

تعتبر محطات التحويل 66/20 KV العناصر الرئيسية في شبكة التوتر المتوسط حيث تتوزع هذه المحطات في أنحاء المحافظات بشكل عام وفقاً لتوزع الأحمال وترتبط هذه المحطات مع بعضها البعض بواسطة خطوط 66 KV ذات مقطع 60 /240 AC. تعمل هذه المحطات وفق أنظمة عمل مختلفة تتعلق بمنحني العمل اليومي. وبالعودة إلى الجداول الإحصائية الخاصة بهذه المحطات وجد أن العديد منها محملة بشكل عشوائي (بعامل تحميل منخفض)، والبعض الآخر بحاجة إلى تحسين عامل الاستطاعة. تتم

هذه العمليات وفقاً لتوفر العناصر الكهربائية اللازمة أو عدم توفرها. وبما أن المنظومة الكهربائية المذكورة تعمل معاً بشكل متكامل لذلك يمكن التحكم بأنظمة عمل مركز التحويل بالاعتماد على أحمال المراكز الأخرى وليس فقط على قيمة الحمل المذكور.

تتم عملية الفصل والوصل للمحولات وللخطوط باستخدام خلايا تحكم بجهود متناسبة مع الجهد الاسمي للعنصر (خط، محولة) بالإضافة إلى العديد من المشاكل التي تواجهها المؤسسة العامة للكهرباء منها:

1– زيادة أزمنة انقطاع التغذية الكهربائية نتيجة الأعطال، فلدى فصل خط من الشبكة بسبب عطل ما يقوم المناوب الموجود في المحطة بتبليغ الورشة المناوبة عن طريق الهاتف فتخرج الورشة لإصلاح العطل.

2– الاعتماد على اليد العاملة وتعريضها لأخطار التوتر حيث يتواجد في كل محطة طاقم مناوب مكون في الحالة العامة من عدد من الفنيين.

3– عدم وثوقية جداول المناوبين وتسجيل الأعطال و أسبابها بدقة.

4– النظر إلى كل محطة بشكل مستقل على الرغم من أن كل المحطات مرتبطة مع بعضها البعض.

لذا تكمن أهمية البحث في معالجة هذه المشاكل.

III - مخطط البحث

- ✓ الدراسة التحضيرية وتتضمن تأمين جميع المعلومات والجداول الإحصائية ومخططات الاتصال الكهربائي لعناصر المنظومة الكهربائية والخصائص الفنية والمخططات الخاصة بكل عنصر على حدا (محولات - لوحات تشغيل - تجهيزات الحماية ...).
- ✓ اختيار نوع المتحكم المنطقي PLC المناسب لشروط عمل الشبكات الكهربائية.
- ✓ شبكات الاتصال التي يمكن استخدمها ضمن المحطات وخارجها.
- ✓ أنظمة التحكم SCADA ومجالات تطبيقها.
- ✓ الإمكانيات المتاحة لتطبيق برنامج التحكم المعد باستخدام نظام SCADA وباستخدام PLC المختار لتحليل أنظمة عمل الشبكة المدروسة.
- ✓ كتابة البرامج اللازمة باستخدام نظام الـ SCADA للتحكم بأنظمة عمل المراكز التحويلية 66/20 KV.
- ✓ مناقشة نتائج البرامج المعدة وإعداد المقترحات والحلول والتوصيات المناسبة لاستخدام نظام الـ SCADA والـ PLC لأتمتة عمل مراكز التحويل 66/20 KV لشبكة محافظة ادلب بشكل خاص والشبكة السورية بشكل عام.

IV – مقدمة عامة

مع تقدم العلوم الهندسية والتقنية في جميع الاختصاصات والتطور المستمر لهذه العلوم اتجهت اهتمامات دول العالم عامة والمتقدمة خاصة لتجنيد هذه لعلوم في خدمة الإنسان. تعتبر الطاقة الكهربائية والشبكات عصب الحياة لذلك انصب اهتمام المختصين بهذا المجال للتوصل إلى الأداء الأفضل لعمل هذه المنظومة وعلى اعتبار التحكم الآلي و أتمتة عمل منظومات القدرة الكهربائية من أهم الأمور البحثية ضمن هذا المجال لذلك سيتم من خلال هذا البحث دراسة منظومة مصغرة للشبكة الكهربائية 66/20 KV وبناء نظام تحكم بها باستخدام الـ PLC و نظام الـ SCADA ومن ثم دراسة شبكة في سورية والتي تتكون من شبكة المتوسط في محافظة ادلب والتحكم بها باستخدام الـPLC و الـ SCADA.

نتيجة دراسة عمل إدارة محطات التحويل في البلد وجد أن هناك بدائية في التعامل معها وهذا يؤدي إلى هدر الوقت ويؤدي إلى زيادة في أزمنة انقطاعات التيار الكهربائي وعدم الوثوقية وعدم الاهتمام بمراقبة وتسجيل كافة قيم وبارامترات عناصر المحطة مما يسبب لنا نقص كبير في المعلومات التي نحتاجها من أجل إيجاد الدراسة الكهربائية الصحيحة لهذه الشبكة هذا بالإضافة لوجود العناصر البشرية المناوبة التي تكون مسؤولة عن إدارة العمل في المحطات وتعريضها لمخاطر التوتر سواء الخطر الناتج عن قلة الخبرة أو الخطر الناتج عن أعطال التجهيزات الكهربائية ضمن محطات التحويل الكهربائية.

لذا تم من خلال هذا البحث إنشاء برنامج لمراقبة عمل محطات التحويل الكهربائية 66/20 KV والتحكم بها وتحصيل كافة البيانات وتسجيل كافة الأحداث التي تهم عناصر الصيانة وذلك بدراسة كافة حالات التشغيل محطات التحويل والأعطال التي يمكن حدوثها وإيجاد الحلول لكل مشكلة إما كهربائياً عن طريق توصيلات المحطات أو برمجياً من خلال كتابة خوارزمية تمثل نفس الحالة الكهربائية التي يمكن حدوثها معتمداً في ذلك على المتحكمات المنطقية القابلة للبرمجة وبرمجيات التحكم SCADA التي أصبحت ضرورية في عمل شبكات النقل الكهربائية ومجموعات التوليد للمعالجة السريعة لكافة المتغيرات التي يمكن أن تحدث.

يمكن أن يشكل هذا البحث حجر الأساس التي تنطلق منها عملية التحكم بالشبكات الكهربائية.

الفصل الأول

محطات التحويل الكهربائية

1-1- مقدمة

تعتبر محطات التحويل الكهربائية من العناصر المهمة في الشبكة الكهربائية لأنها تقوم بتحويل التوتر من مستوى إلى آخر وتربط بين توتر النقل وتوتر التوزيع ويجب أن تكون اقتصادية وآمنة من الأخطار ذات وثوقية عالية بالإضافة إلى أنها يجب أن تكون بسيطة قدر الإمكان لسهولة العمل وإجراء الصيانة. إن محولة الاستطاعة هي العنصر الأهم والأغلى في محطة التحويل كما إن القواطع الآلية والسكينية الموجودة هي التي تحدد اتجاه التغذية لذلك فإن توزيع بارات التوتر مهم من أجل تحديد عدد القواطع المناسبة لعمل محطة التحويل.

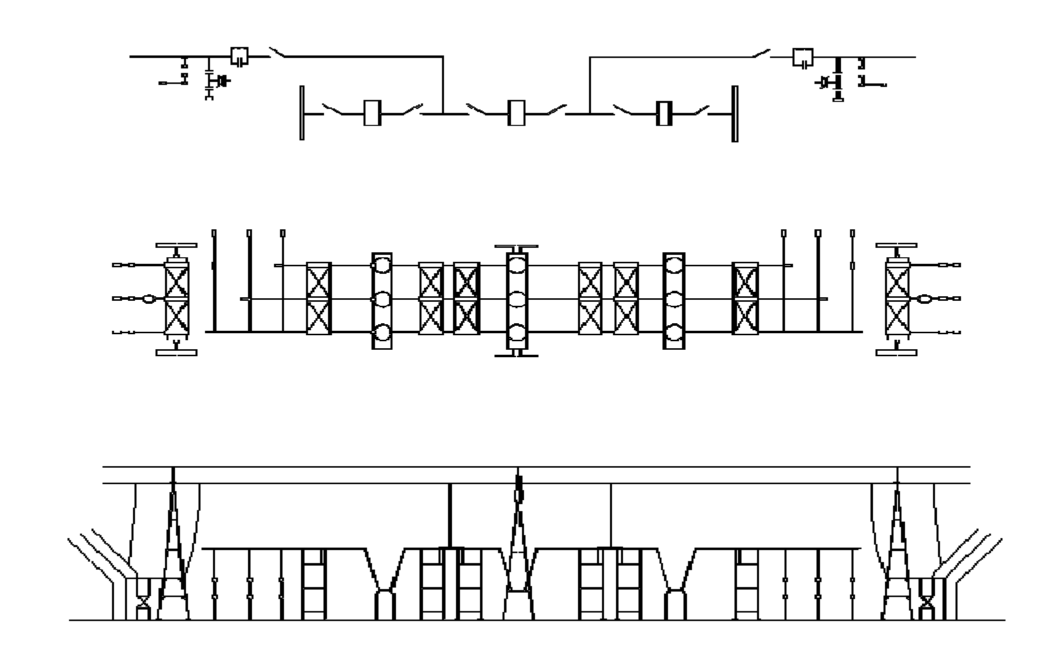
2-1- أنواع محطات التحويل

إن توزع المحطات في مناطق مختلفة وتواجدها في أماكن ذات طبيعة مختلفة وفقاً لتوزع الحمولات وبحسب الأماكن المتوفرة من أجل إنشاء المحطة لذلك هناك أنواع عديدة لمحطات التحويل وهي:

1-2-1- محطات القضيب المفتوح

يتألف هذا النوع من محطات التحويل بشكل أساسي من قضيبي تجميع يمتدان على طول المحطة ومتوضعان باتجاه خرجها كما هو مبين في الشكل (1–1).

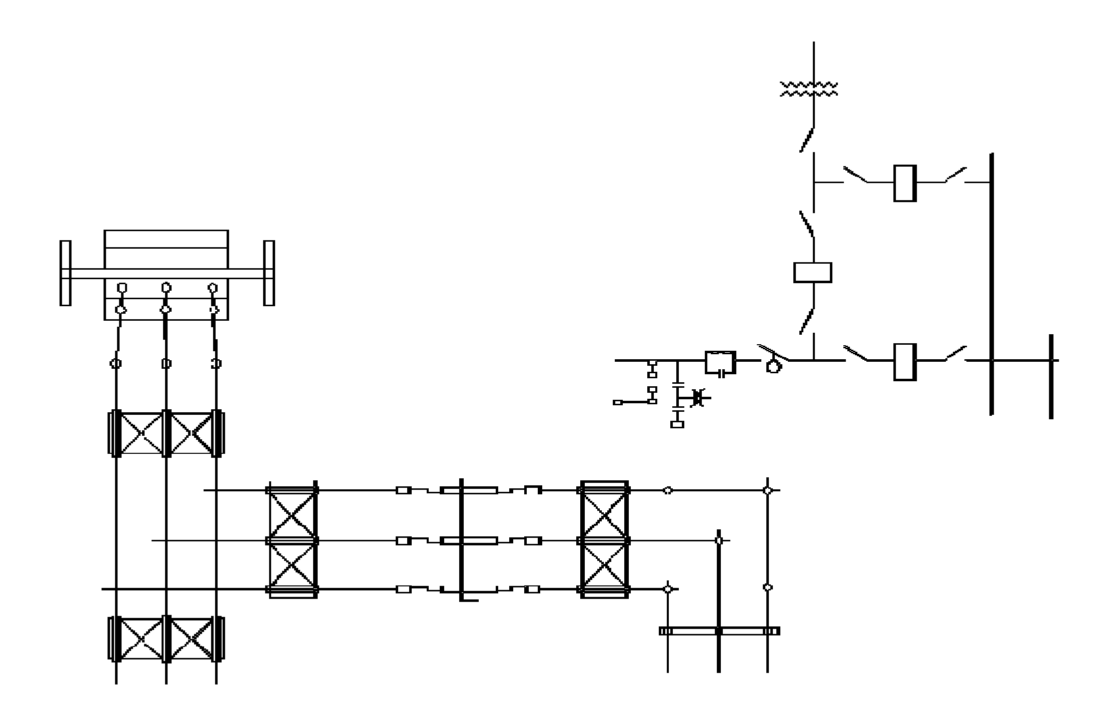
إن استعمال هذا النوع من المحطات يتطلب مساحة كبيرة لتجهيزات المحطة وتوزيع قضبان التجميع على ارتفاعات مختلفة في المحطة. يعتبر هذه النوع من المحطات الأقدم والأكثر انتشاراً وتمتاز بسهولة صيانتها وهي مثالية في الحالات التي تكون فيها المحطة على طريق خطوط النقل.



الشكل (1–1) محطات تحويل القضيب المفتوح

2-2-1- محطات القضيب المعكوس

تزداد أهمية هذه الطريقة يوماً بعد يوم لا سيما لمحطات التوترات العالية. الشكل (1–2) يبين شكل هذه المحطات حيث تتوضع أبراج خرج المحطة كلها خارج حدود المحطة وتتوضع قضبان التجميع في الوسط مع قواطعها وكل الأجهزة المتعلقة بها. وتعتبر هذه المحطات مناسبة للاستعمال في الحالات التي تتطلب أن يكون الشكل الخارجي للمحطة جيداً وتنخفض فيها الارتفاعات عن محطات القضيب المفتوح.

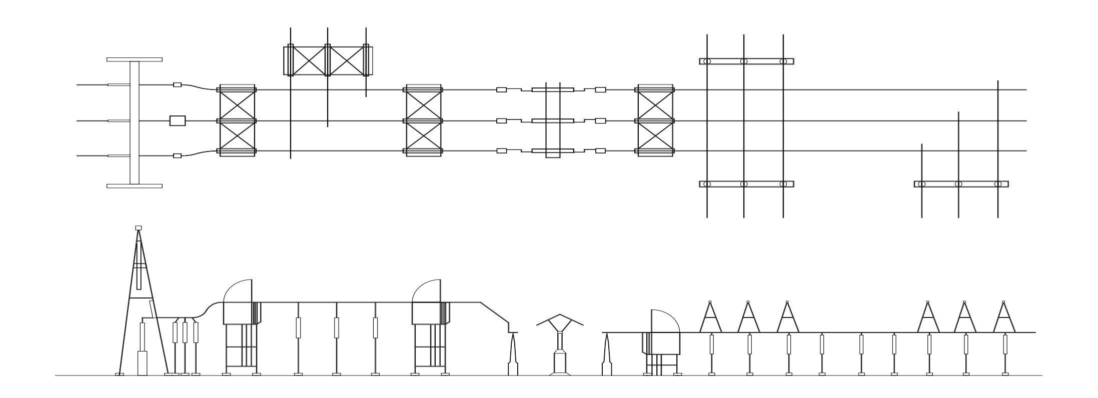


الشكل (1–2) محطات تحويل القضيب المعكوس

1-2-3- المحطات الفرعية المعزولة بالغاز

إن هذا النوع من المحطات يتطلب مساحة أقل بكثير من الأنواع السابقة لذلك تستعمل هذه المحطات في الحالات التي تكون فيها المساحة المتوفرة لإنشاء المحطة صغيرة وضمن المدن للتخلص من متاعب تلوث العوازل وعلى المناطق الساحلية من أجل التغلب على المشاكل الناجمة عن الرطوبة.

إن الغاز المستخدم في هذه المحطات هو غاز فلوريد الكبريت السداسي (SF6) وتتألف المحطات التي تستعمل هذا النوع من الغاز من حجيرات منفصلة وذلك للحد من ضياعات الغاز في حال حدوث تسرب. وتتوفر هذه المحطات بتوصيلات مختلفة وتحاط الأجهزة الرئيسية المستعملة في المحطة وهي قواطع دارات التغذية ومفاتيح فصل الحمل ومفاتيح القطع ومفاتيح التأريض ومحولات التيار ومحولات الجهد وقضبان التجميع ومكثفات الربط بالإضافة إلى العوازل المستخدمة على خطوط النقل والمحولات بغاز فلوريد الكبريت السداسي كما هو مبين الشكل (1-3).



الشكل (1–3) محطات معزولة بالغاز

1-3- دارات محطات التحويل

تقسم دارات المحطة إلى دارة القدرة ودارة الحماية والقياس ودارات التحكم

1-3-1- دارة القدرة

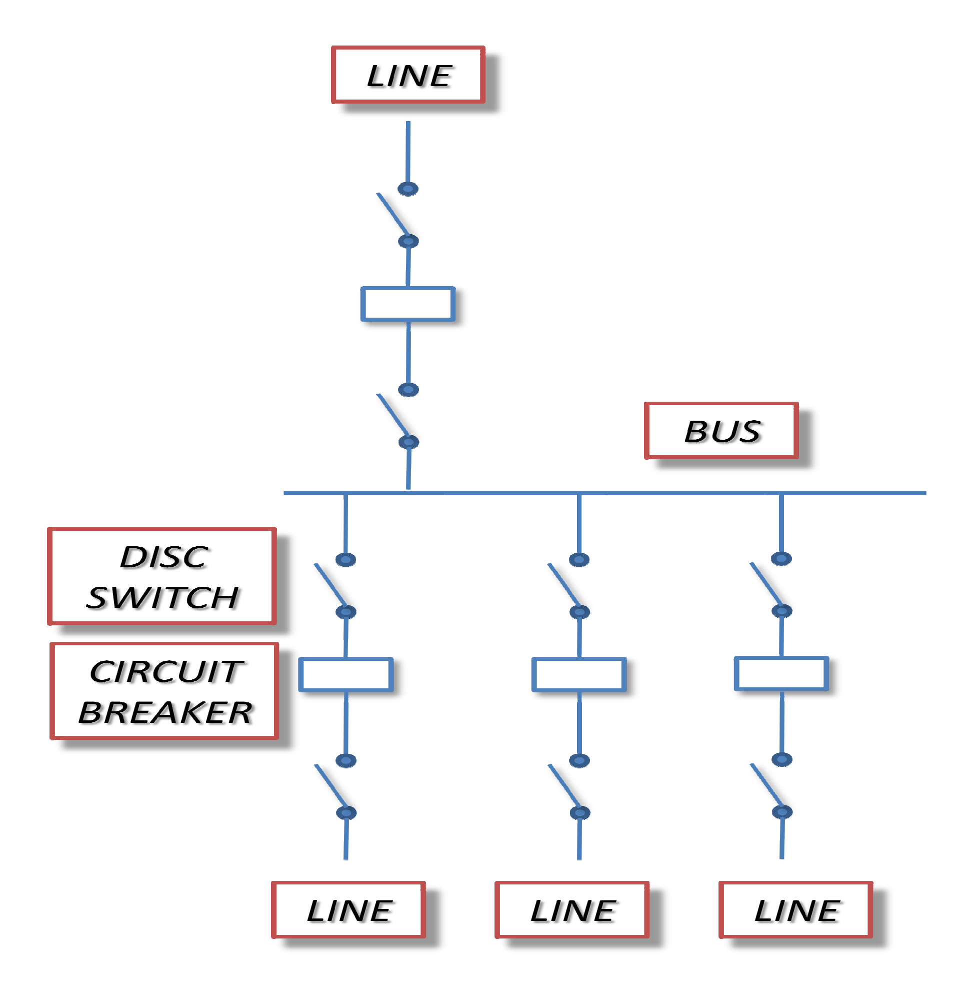
وتقسم دارات القدرة إلى:

1-3-1-1- دارة القدرة لتوتر الـ 66 KV

تختلف دارات القدرة لساحة توتر الـ 66 KV ضمن المحطات على حسب أهمية المحطة ويكون الاختلاف على حسب طريقة ترتيب بارات التجميع وتوزع القواطع الآلية التي تقوم بفصل ووصل التغذية وتحدد اتجاهات وطريقة سريان التيارات ضمن المحطة وأسلوب العمل في المحطة وإجراء المناورة وتقسم دارات القدرة في المحطة إلى:

1-3-1-1-1- دارة القضيب الوحيد

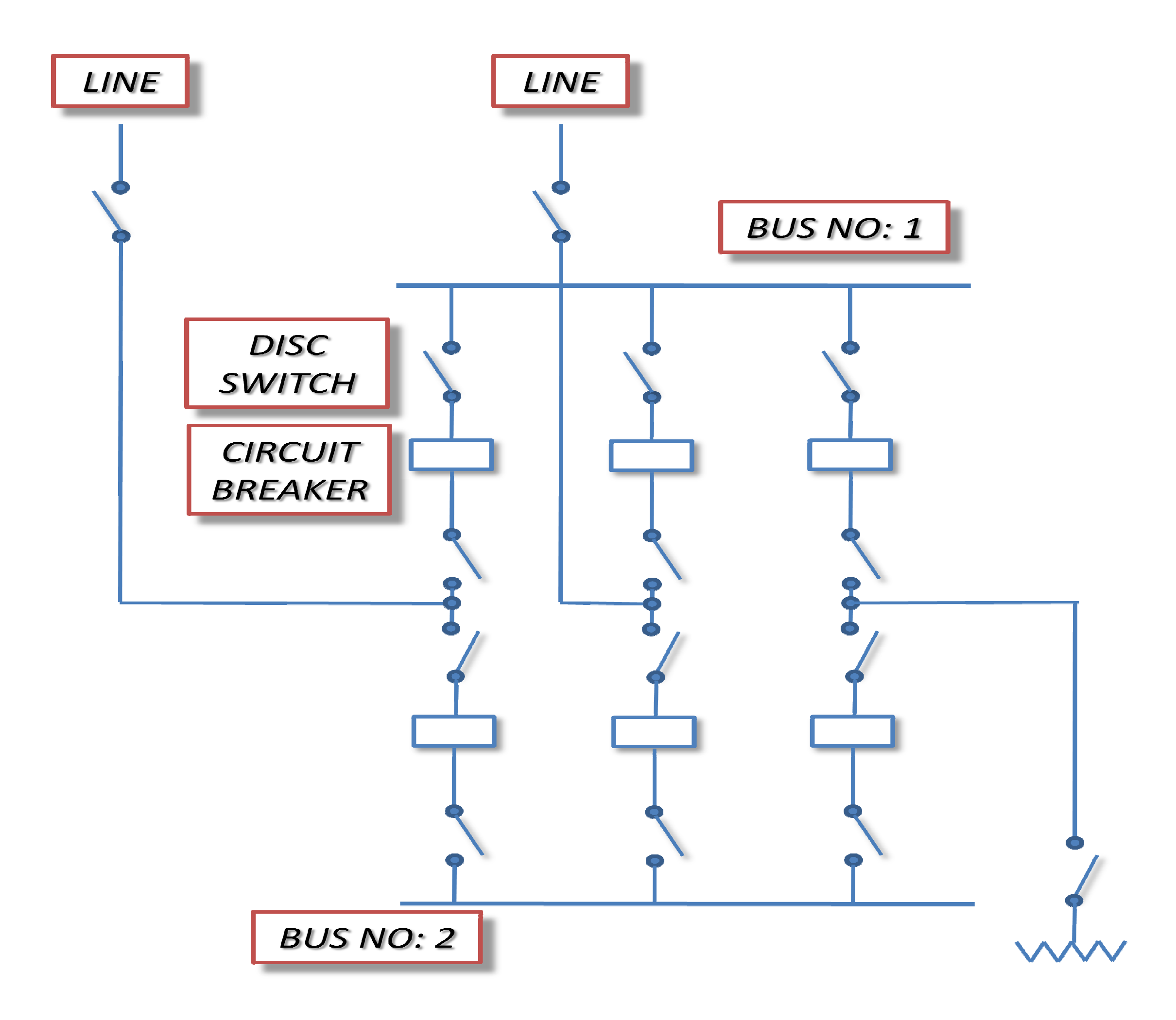
لا تستخدم دارة القضيب الوحيد في المحطات الفرعية الهامة والرئيسية وذلك بسبب أن هذه الدارة تستخدم قضيب وحيد والاعتماد على قضيب وحيد قد يسبب خسائر كبيرة في حال حدوث عطل في قاطع الدارة أو القضيب نفسه ويجب قطع التغذية عن المحطة أثناء إجراء الصيانة على قضيب التجميع أو إضافة وصلة له بالرغم من أن حماية هذا النوع من المحطات سهل نسبياً إلا أنها تعتبر غير عملية ومعرضة للتوقف التام ويبين الشكل (1-4) هذا النوع من الدارات.



الشكل (1-4) دارة القضيب الوحيد

1-3-1-1-2- دارة القضيب المضاعف والقاطع المضاعف

تتطلب دارة القضيب المضاعف والقاطع المضاعف كما في الشكل (1–5) قاطعين لكل دارة تغذية وعادة توصل التغذية إلى كلا القضيبين ولكن في بعض الحالات توصل كل دارة بقضيب تجميع أو في القاطع ويجب ترتيب القضيبين بحيث لا ينتقل العطل من أحدهما إلى الآخر وبالطبع فإن استعمال قاطعين لكل دارة يعتبر مكلفاً لكن وثوقية المحطة تكون أفضل بكثير من أن توصل دارات التغذية كلها بكلا القضيبين.



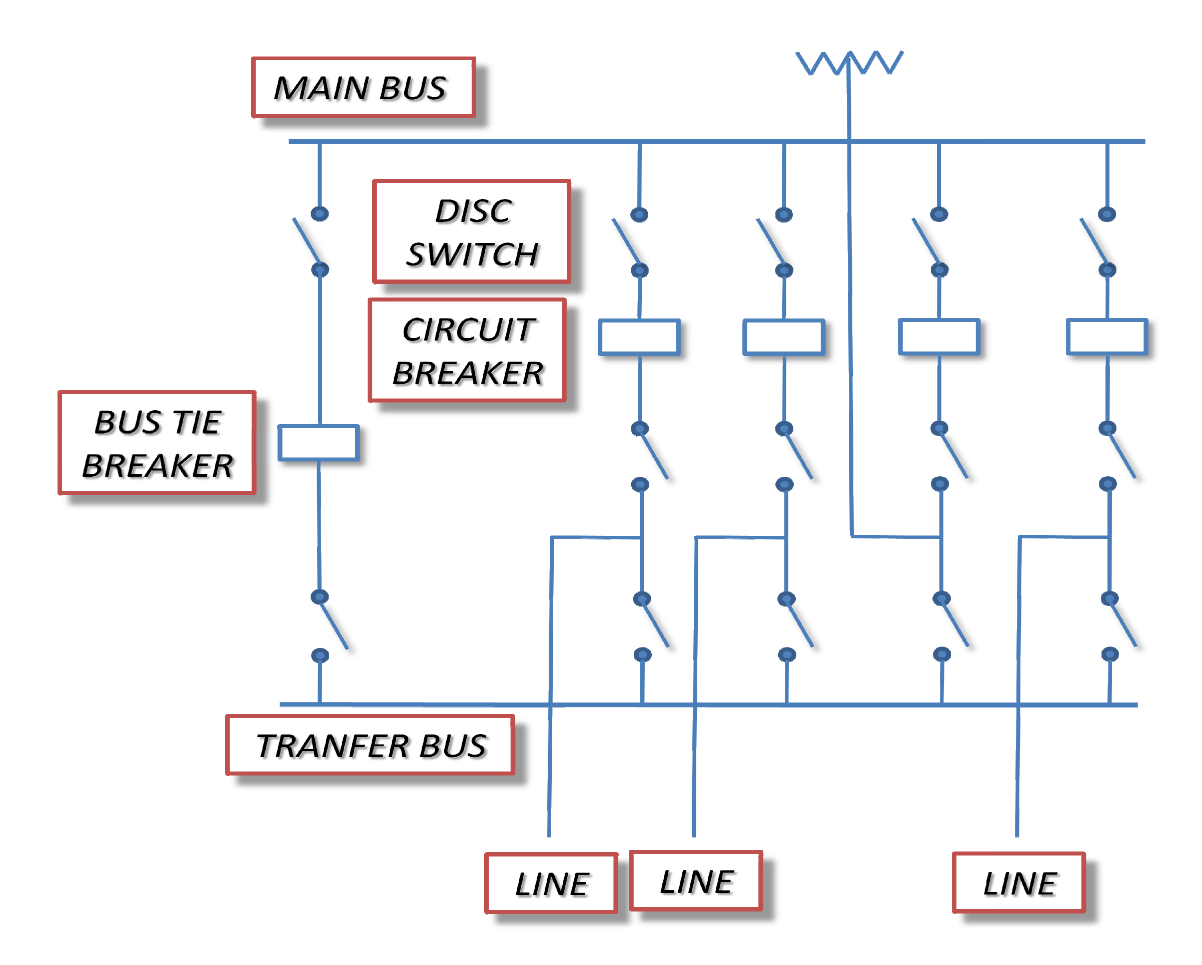
الشكل (1–5) دارة القضيب المضاعف والقاطع المضاعف

1-3-1-1-3- دارة القضيب الرئيسي وقضيب التحويل

وتتحقق هذه التوصيلة المبينة في الشكل (1–6) بوصل قضيب التحويل (Transfer bus) إلى توصيلة القضيب الوحيد.

ونحتاج في هذه الحالة إلى قاطع إضافي لربط قضيب التجميع بقضيب التحويل. وعند إزاحة قواطع الدارة للتصليح أو للصيانة يوصل القاطع الإضافي لمتابعة تغذية الدارة الكهربائية وتعتبر هذه الطريقة غير مرضية نسبياً وذلك بسبب حمايات ربط قضيبي التجميع غير كافية لحماية خطوط النقل بشكل جيد ولذلك توصل حمايات الخط وحمايات قضيب التجميع بمحولة تيار مربوطة بالخط بدلاً من محولة تيار مربوطة بالقواطع.

وإذا اضطررنا لإخراج قضيب التجميع الرئيسي عن الخدمة وذلك لإصلاحه أو لصيانته فلن يكون هناك أي قاطع دارة لحماية دارات التغذية وبالتالي فإن أي عطل قد يوقف عمل المحطة كلها.

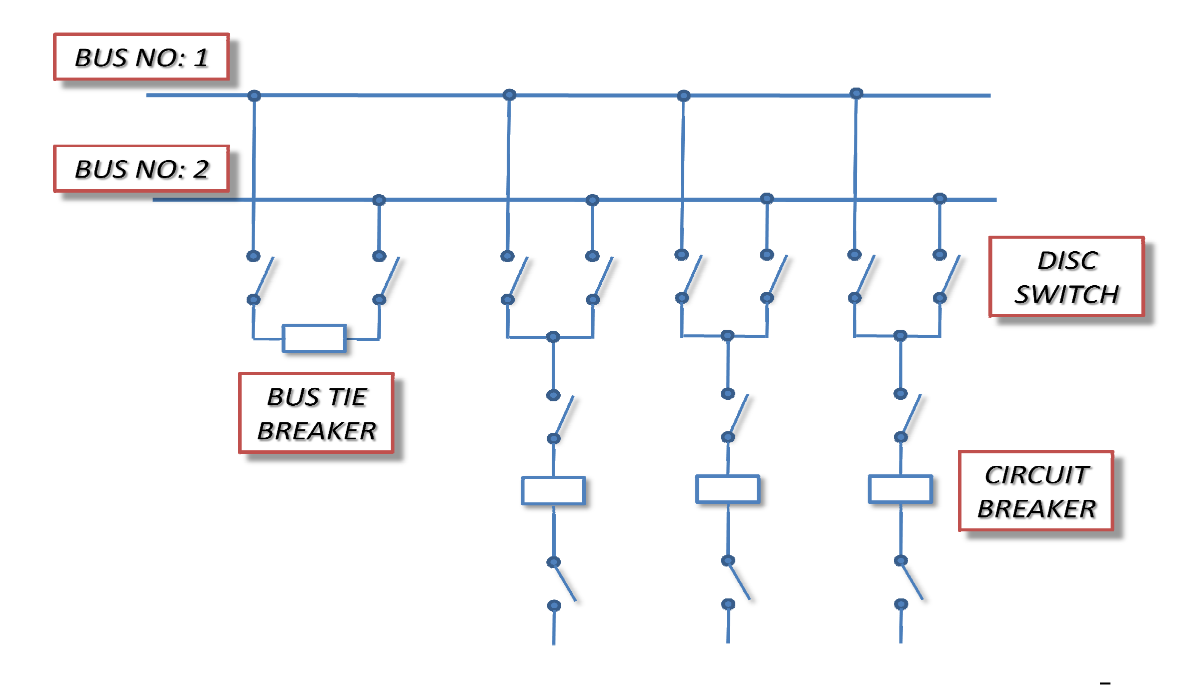


الشكل (1–6) دارة القضيب الرئيسي وقضيب التحويل

1-3-1-1-4- دارة القضيب المضاعف والقاطع الوحيد

تستخدم هذه التوصيلة قضيبي تجميع رئيسيين كما هو موضح في الشكل (1–7) وتحتوي كل دارة على مفتاحي قطع (مفتاح لكل قضيب تجميع) كما تحتوي هذه التوصيلة على ربط القضيبين مع بعضهما البعض. وعندما تكون هذه الدارة المغلقة فهي تسمح بتحويل دارة التغذية عنها وذلك بتحويل مفاتيح من قضيب التجميع الأول أو يمكن وصل نصف هذه الدارات إلى قضيب التجميع الأول والنصف الآخر إلى قضيب التجميع الثاني وفي الحالة الأولى فإن حدوث عطل يؤدي إلى خروج المحطة كلها عن العمل وكذلك في حال حدوث عطل على قضيب التجميع أو في القاطع. في حين أنه في الحالة الثانية نصف دارات التغذية فقط ستخرج من العمل ويبقى النصف الآخر تحت الخدمة.

توصل دارات التغذية في بعض الأحيان إلى كلا القضيبين ويوصل القضيبين مع بعضهما البعض. وفي هذه الحالة نحتاج إلى حمايات جيدة وذلك لمنع خروج المحطة كلها من العمل في حال حدوث عطل على أي من القضيبين.



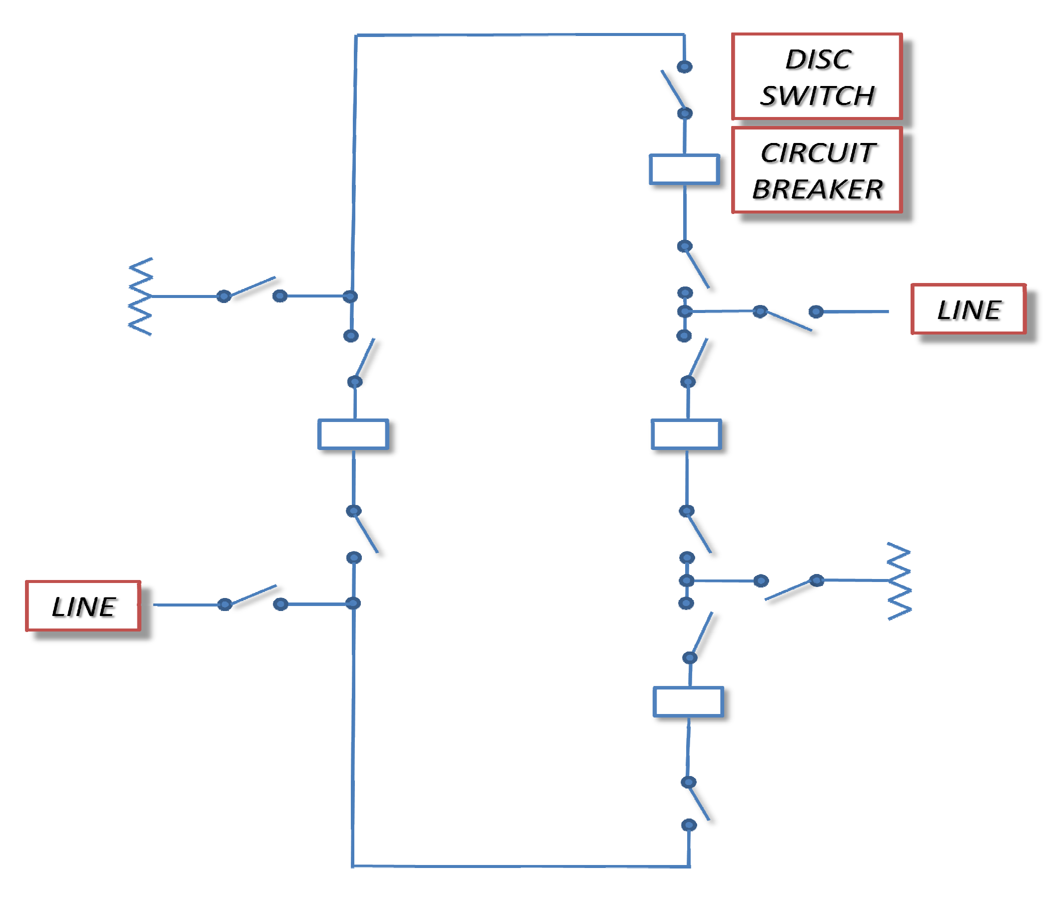
الشكل (1–7) دارة القضيب المضاعف والقاطع الوحيد

كما إن عملية فصل القواطع قد تسبب خروج المحطة عن العمل وذلك نتيجة لخطأ من العامل المشرف. وتعتبر طريقة القضيب المضاعف والقاطع الوحيد ذات وثوقية ضعيفة نسبياً ولا تستعمل في المحطات الفرعية الهامة.

1-3-1-1-5- دارة القضيب الحلقي

ترتب القواطع في الدارة الحلقية بشكل حلقة وتوصل دارة التغذية بين هذه القواطع كما هو مبين بالشكل (1–8) يكون عدد دارات التغذية مساوي لعدد القواطع الموجودة في الدارة.

في حالة العمل الطبيعي تكون القواطع كلها مغلقة وعند حدوث عطل في دارة من دارات التغذية فإن القاطعين المحيطين به يفصلان مباشرة. وعند إجراء الصيانة على أحد القواطع فإن الحلقة تصبح مفتوحة لكن التغذية لا تنقطع عن الخطوط والقواطع الأخرى.



الشكل (1–8) دارة القضيب الحلقي

وتعتبر هذه الدارة اقتصادية وذات وثوقية عالية وعملية جداً، كما أنها تعتبر مناسبة من أجل محطات التحويل الهامة والتي تحتوي على خمس دارات تغذية كحد أقصى ولكن آلية عمل الحمايات فيها تكون أكثر تعقيداً بكثير عما هو عليه في الدارات الأخرى.

تصمم محطات التحويل على الدارة الحلقية وعندما يزداد عدد دارات التغذية إلى أكثر من خمسة دارات فهي تحول عادة إلى دارة القاطع والنصف.

1-3-1-1-6- دارة القاطع والنصف

تسمى دارة القاطع والنصف بدارة القواطع الثلاث أيضاً وهي تحتوي على ثلاثة قواطع تسلسلية بين قضبان التجميع الرئيسية كما هو موضح في الشكل (1–9).

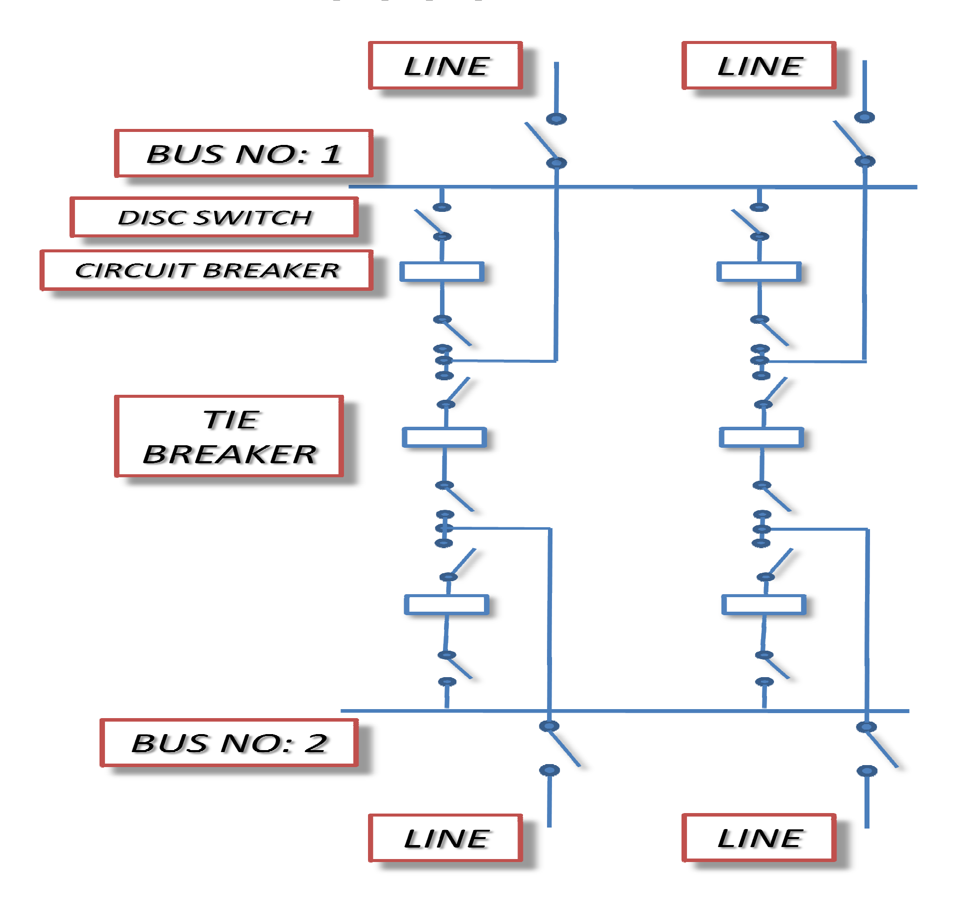
توصل دارتي تغذية بين القواطع الثلاثة ومن هنا جاء اسم الدارة القاطع والنصف وهكذا يكون لكل خطي تغذية ثلاثة قواطع لحمايتها.

في حالات العمل الطبيعية فإن كل القواطع تكون مغلقة وكلا القضيبين مغذيان. يمكن فصل أي دارة تغذية بفتح القاطعين المتعلقين بها وفي حال حدوث عطل على قاطع الوصل بين القضيبين فإن ذلك

سيؤدي إلى فصل دارة تغذية أخرى أما في حال حدوث عطل على أي قضيب تجميع أو قاطع دارة فلن تفصل أي دارة أخرى.

يمكن إخراج أي من القضيبين عن العمل دون انقطاع التغذية عن الخطوط بوصل خطوط التغذية بشكل يقابل خطوط الحمل فإن المحطة تعمل حتى عند خروج كلا القضيبين عن الخدمة ويمكن إجراء الصيانة على أي قاطع دون انقطاع التغذية وبشكل بسيط وسهل نسبياً.

وتعتبر دارة القاطع والنصف أغلى من الدارات الأخرى ما عدا دارة القاطع المضاعف والقضيب المضاعف ولكنها عملية أكثر وذات وثوقية عالية ودرجة أمانها جيدة إلا أن الحمايات ومعيدات الوصل أكثر تعقيداً من الدارات الأخرى. [1] ، [2]



الشكل (1–9) دارة القاطع والنصف

1-3-1-2- دارة القدرة للمحولة 66/20 KV والمحولة المساعدة

يوجد لكل محولة قدرة رئيسية محولة مرافقة تدعى المحولة المساعدة ومهمة هذه المحولة هي كشف الأعطال الأرضية على طرف التوتر الـ 20 KV وهي محولة 20/0.4 KV من نوع الـZIGZAG ويمكن الاستفادة من هذه المحولة بتغذية تجهيزات المحطة بالقدرة الكهربائية.

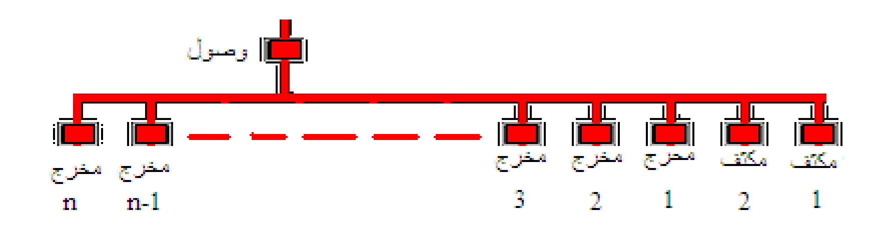
تمثل محولات القدرة على شكل ملفين تقوم المحولة بتحويل توتر النقل 66 KV إلى توتر التوزيع 20 KV وتحدد الملفات ونوع العازلية نوع محولة القدرة.

ينظم توتر المحولة عن طريق منظم توتر بحيث يتم المحافظة على توتر خرج المحولة على قيمة قريبة من الـ 20 KV ولهذا المنظم 19 وضعية في محولات القدرة 66/20 KV تكون الوضعية 10 هي الوضعية الأساسية.

تقوم مجموعة من المراوح بتبريد المحولة ويكون أمر تشغيلها وفقاً لحساسين الأول حساس حرارة زيت المحولة (Oil Temperature) والثاني حساس حرارة الملفات (Wedding Temperature).

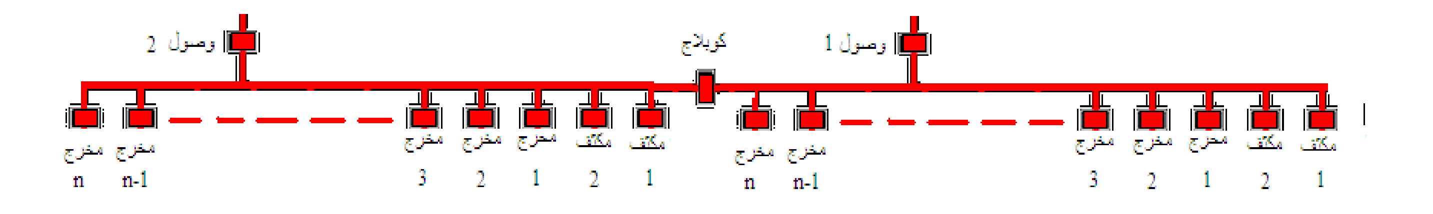
1-3-1-3- دارة القدرة لتوتر الـ 20 KV

إن دارة القدرة لتوتر الـ 20 KV هي عبارة عن قاطع وصول يقوم بتغذية بار الـ 20 KV ومجموعة من القواطع الآلية للمخارج تغذي مخارج المحطة الشكل (1–10) كما يوجد قاطعين لوصل مجموعة المكثفات من أجل تعويض الاستطاعة الردية للمحطة وهي عبارة عن مجموعتين مقدار كل مجموعة 5 MVAR، تدخل هذه المجموعات بعد انخفاض عامل الاستطاعة عن قيمة معايرتها.



الشكل (1–10) دارة القدرة الـ 20 KV لمحولة

في حال محطة تحتوي على أكثر من محولة قدرة يكون لكل محولة نفس دارة القدرة لتوتر الـ 20 KV وترتبط بارات كل محولة عن طريق قاطع كوبلاج الشكل (1–11) يبين دراة القدرة لمحولتين

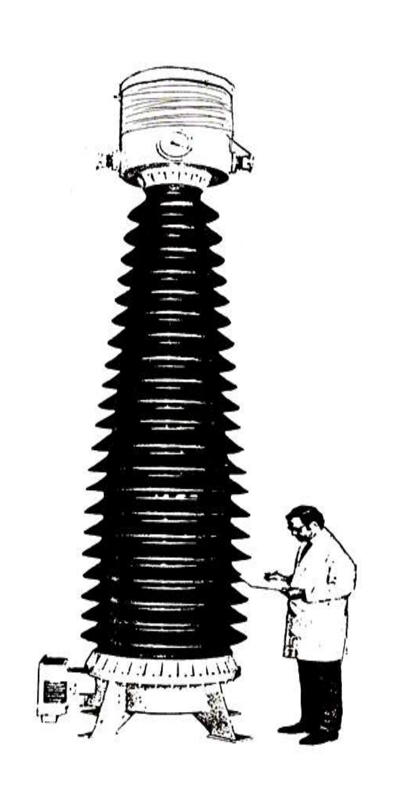


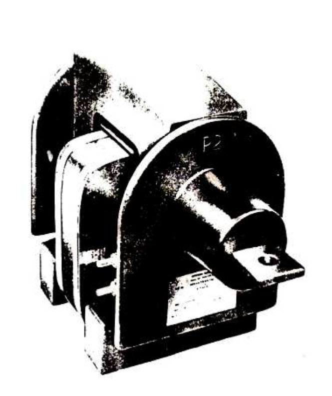
الشكل (1–11) دارة القدرة الـ 20 KV لمحولتين مع كوبلاج

1-3-2- دارة الحماية والقياس

تعتمد دارة القياس والحماية على محولات التيار والتوتر الموجودة في محطة التحويل توضع محولات التوتر والتيار لدى كل قاطع آلي في المحطة وإن مبدأ عمل محولات التيار والتوتر هو كما يلي:

1-2-3-1- محولات التيار





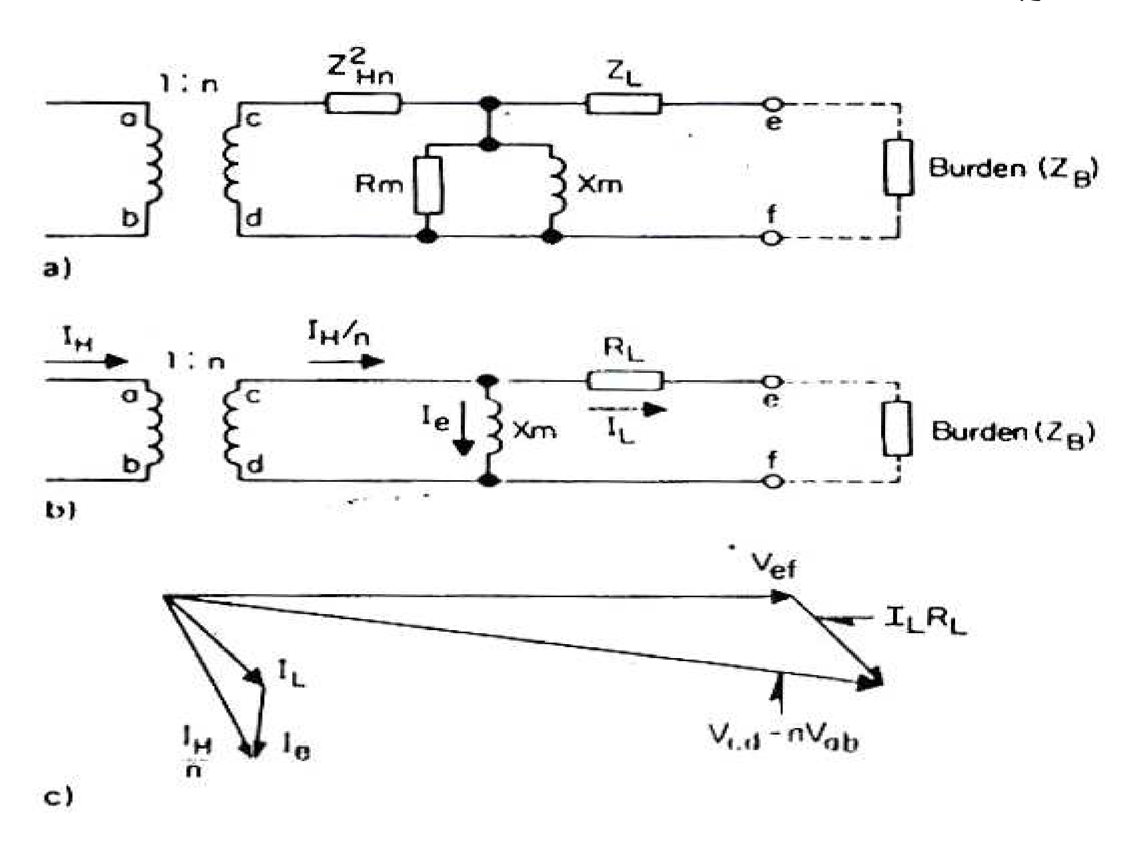
الشكل (1–12) محولات تيار

من الواضح أن أجهزة القياس وزواجل الحماية مسؤولة عن حماية المنظومة الكهربائية وتسجيل القيم لعناصر الجملة الكهربائية لكن بقيم أصغر بكثير من القيم الأصلية وعند توترات منخفضة لذلك أفضل وسيلة لتحقيق ذلك استعمال محولات التيار.

تقوم هذه المحولات بتحويل القيم الناتجة عن العطل أو الحمل الاسمي في الطرف الأولي إلى قيم يمكن استعمالها للقياس في الطرف الثانوي.

إن معظم المحولات تصمم للحصول على قيم اسمية في الطرف الثانوي 5 أو 1 أمبير. ويجب مراعاة اتجاه التيار في ملفات المحولة (القطبية) عندها تستعمل الزواجل لمقارنة مجموع أو تفاضل تيارين أو عدة تيارات. ولكن عندما نهتم بقيمة التيار فقط ففي هذه الحالة لا يهمنا اتجاه التيار. وكذلك عند استخدام محولة تيار موصولة بشكل مثلثي يجب مراعاة العامل ($\sqrt{3}$) بعين الاعتبار بالحسابات. أيضاً تختلف مزايا عمل محولات التيار ودقة عملها حسب تطبيق الزاجل والمقياس ويفضل استعمال المحولات الدقيقة. وفي كل الحالات يفضل أن تؤمن محولات التيار تياراً كافياً لتشغيل الزاجل.

يوضح الشكل (1–13) الدارة المكافئة لمحولة التيار. تخفض محولة التيار خلال الملفات (بدون ضياع) ab و cd.



الشكل (1–13) الدارة المكافئة لمحولة التيار

تعدل قيمة الممانعة ZH من الطرف الأولي بـ n^2 لتمثيلها في الممانعة ZL و Rm و Xm تمثل ضياع النواة ومركبات التهييج.

يمكن إهمال الممانعة ZH و Rm . يمثل Ie بتيار الإشباع (التهييج). وبشكل عام ZL تمثل بمقاومة RL والتيار Ie يتأخر عن Vcd بـ$90°$ أي يسبب تقدم التيار IL واختلافه عن القيمة IH/n . هذه الدارة المكافئة تعتبر الطريقة الجيدة لدراسة عمل محولة التيار. في الحالات العابرة والطبيعية وتحديد الحل التقريبي المقبول وتحديد التوتر في الطرف الثانوي وذلك من أجل زاجل:

$$Vcd = Vs \qquad (1–1)$$

$$Vs = IL\ (ZL + ZLead + ZB) \qquad (1–2)$$

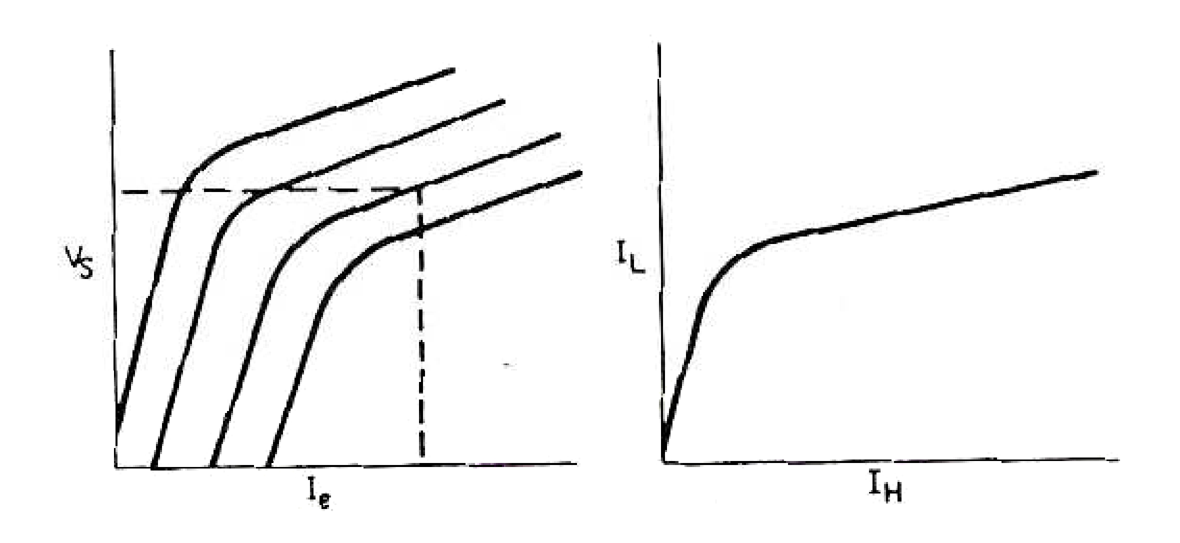
حيث : Vs توتر الطرف الثانوي كقيمة منتجة

IL اكبر تيار في الطرف الثانوي

ZL ممانعة الطرف الثانوي

ZB الممانعة الخارجية (الزاجل)

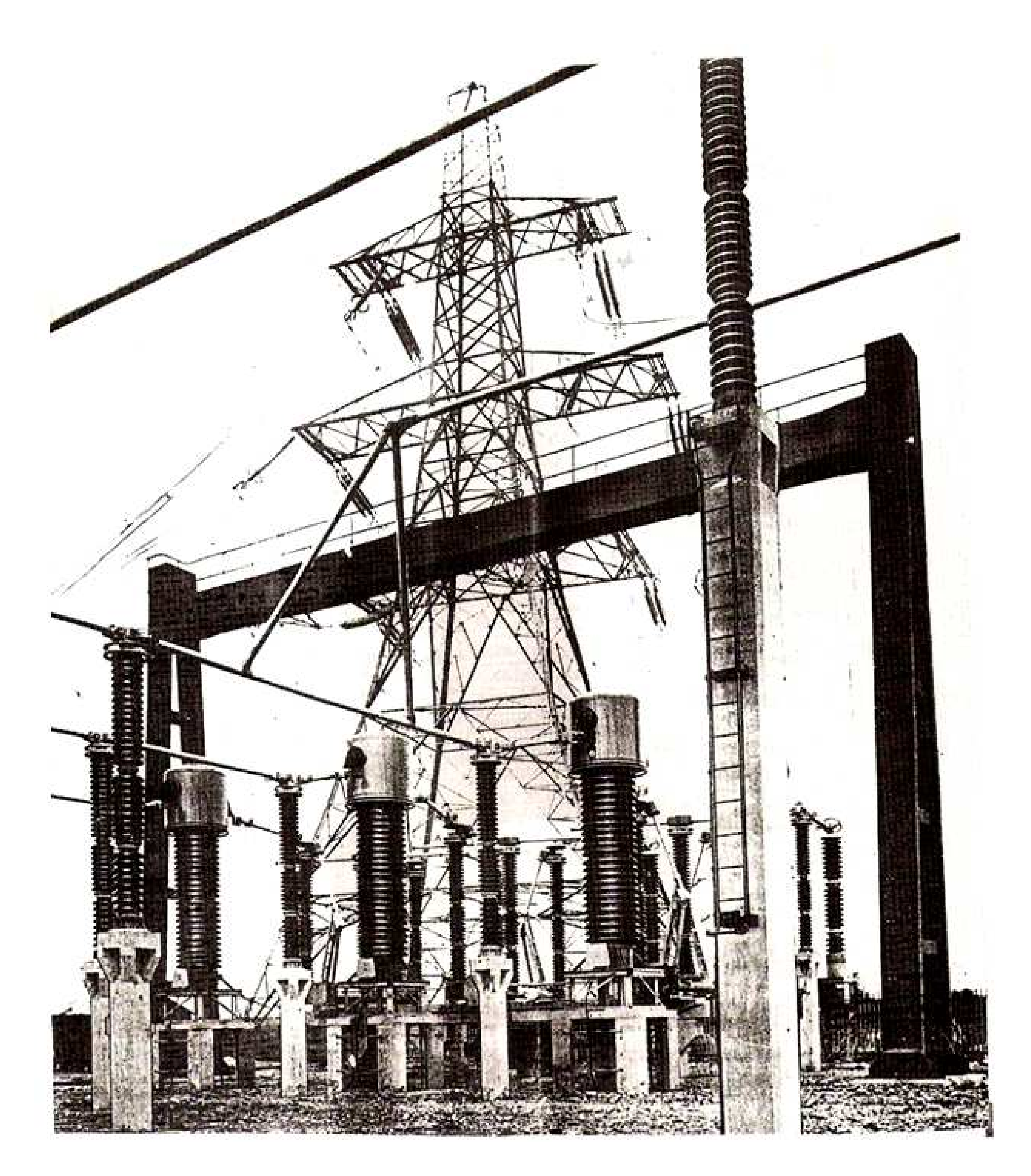
ZLead ممانعة التوصيلات



الشكل (1–14) منحني تيار التهييج وتوتر وتيار الحمل وتيار المقاس

بعد معرفة التوتر Vs المطبق على المحولة يمكن معرفة تيار التهييج التقريبي من أجل القيمة Ie.

1-3-2-2- محولات التوتر



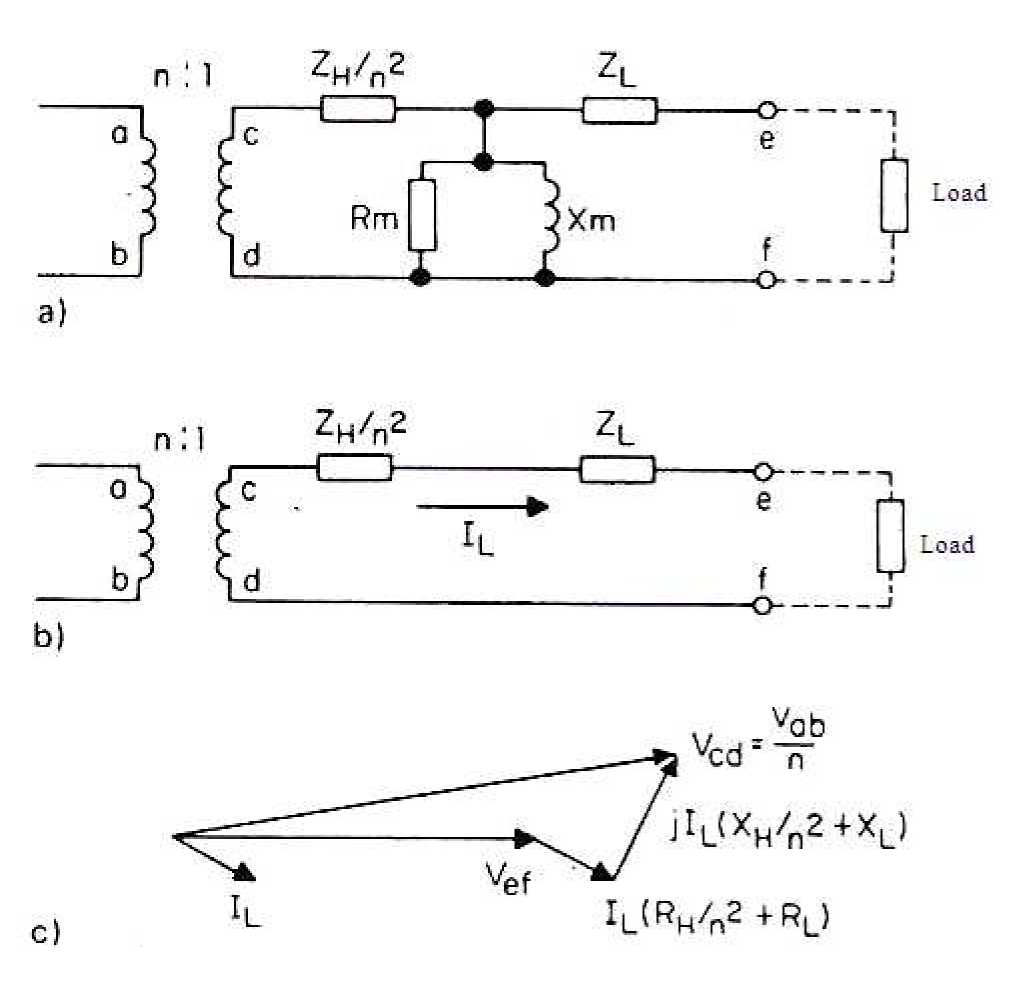
الشكل (1–15) محولات توتر

يعتمد اختيار محولات التوتر ومحولات التوتر من نوع المكثفات على مستوى توتر الجملة ومستوى العزل للتوترات الصدمية المطلوبة وتعتبر التوترات الاسمية الثانوية المسموحة.

يعتمد عمل هذه المحولات على القيم الاسمية للطرف الأولي حسب النظام ANSI (American National Standards Institute) أما القيم الاسمية لمحولات التوتر السعوية تكون 115 V أو 66.4 V. تكون لمعظم الحمايات القيم الاسمية (110 – 120) فولت أو 69 V وذلك حسب طريقة التوصيل بين خطين أو بين خط وحيادي.

1-3-2-2-1- الدارة المكافئة لمحولات التوتر الكهرومغناطيسية

يوضح الشكل (1–16) الدارة المكافئة لمحولة التوتر (V.T) يمثل الشكل (16–1-b) الدارة المكافئة التقريبية والشكل (16–1-c) المخطط الشعاعي موضحاً هبوط التوتر الذي ينتج عنه تأخير التوتر الثانوي. والخطأ في الدقة يكون % 0.3 أو % 0.6 أو % 1.2.

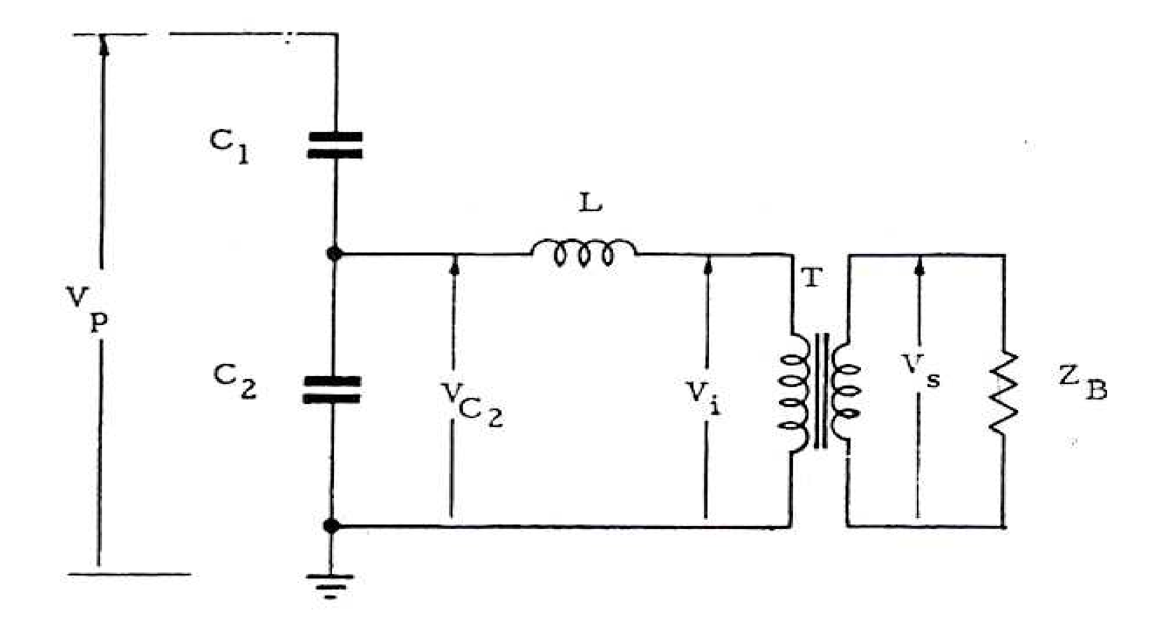


الشكل (1–16) الدارة المكافئة لمحولات التوتر الكهرومغناطيسية

1-3-2-2-2- الدارة المكافئة لمحولات التوتر السعوية

تعتبر هذه المحولات اقتصادية أكثر من المحولات السابقة توفر توتر أكبر من KV 132 خاصة عندما تستعمل المكثفات ذات التوتر المرتفع من أجل التيار الحامل.

يوضح الشكل (1–17) الدارة الأساسية المبسطة لمحولات التوتر السعوية. يطبق التوتر Vp على أطراف مقسم الجهد السعوي المؤلف من C1 و C2. يطبق التوتر (المنتصف) VC2 إلى الملف الأولي من المحولة T عن طريق ملف توليف L الذي يحقق الطنين مع المكثفين C2+C1 عند تردد الجملة. تخفض المحولة T الجهد إلى التوتر الثانوي Vs.



الشكل (1–17) الدارة البسيطة الأساسية لمحولات التوتر السعوية

هناك عوامل كثيرة متغيرة لهذه الدارة، مثلاً L يمكن أن تكون مفصولة أو حسب التحريض المتبادل T، بما أن قيم C1 و C2 تكون قريبة جداً من القيم الصحيحة لذلك من الضروري تأمين تعديل لنسبة التحويل عن طريق التفريعات في المحولة T أو تزويد الطرف الثانوي بمحولة ذاتية. طريقة التعديل هذه تؤثر على قيمة L لذلك لابد من تأمين تعديل للملف L عن طريق إضافة ملف آخر متغير القيم إلى دارة الطرف الثانوي.

1-3-2-3- دارة القياس

إن المقاييس المستخدمة بالوقت الحالي هي عبارة عن مقاييس متعددة الوظائف تقوم بقراءة كافة بارامترات الشبكة (قيم توتر الخط VL– التوتر الطوري Vph– تيار الخط IL– الاستطاعة الظاهرية S– الاستطاعة الفعلية P– الاستطاعة الردية Q– عامل الاستطاعة PF– تردد الشبكة F) ويكون لكل قيمة من القيم رقم ذاتي تابع وفقاً لنوع المقياس.

يجب أن يكون للعداد أحد منافذ الإتصال من أجل إظهار هذه القيم وإخراجها وبالتالي معالجتها برمجياً من أجل استخدام هذه البارامترات في البرامج و بالطريقة المناسبة.

1-3-2-4- دارة الحماية

إن أهم مظاهر تصميم نظام القدرة الحماية والتنسيق الذي يتعلق باختيار وتطبيق مجموعة من العناصر التي تقدم الحماية للشبكة الكهربائية على اختلاف وتنوع الأحمال (صناعية – تجارية –

سكنية) وبالتالي تكون وظيفة التنسيق وحماية النظام التقليل من الأخطار التي تنتج عن الأعطال والشروط الطبيعية أو من انهيار بعض العناصر أو من أخطاء التشغيل.

1-3-2-4-1- الحدود الأساسية من نظام الحماية

التطبيقات المنطقية لزواجل الحماية تقسم نظام القدرة إلى مناطق عديدة. تتطلب كل منها مجموعة من الزواجل. والحدود الأساسية العامة من نظام الحماية والتنسيق:

- ✓ الوثوقية:

وثوقية النظام تتألف من عنصري الوثوقية والكفالة. وتعرف الوثوقية بالعمل الصحيح الجوهري للنظام في حال أي عمل غير نظامي، وتعني الكفالة مقدرة النظام على منع أي فصل خاطئ حسب نوع العطل ولكن زيادة الكفالة تكون على عاتق الثقة والعكس صحيح. وبشكل عام أنظمة الحماية الحديثة موثوقة بشكل كبير ومزودة عملياً بالحل الوسطي بين الثقة والكفالة.

ويجب على أنظمة الحماية أن تعمل بشكل صحيح تحت الشروط والظروف الطبيعية المتغيرة وأن تعمل عند الأعطال أو أي مشكلة للنظام وفي المنطقة المخصصة للحماية وأن لا تعمل إذا كانت الشروط خارج مناطق الحماية المسؤولة عنها.

يمكن اختبار الوثوقية بشكل عملي في المخبر أو خلال التركيب بأعطال مدروسة أو اختبارات معينة. بينما الكفالة من الصعب جداً اختبارها والطريقة الصحيحة اختيار عدد لا نهائي من الحالات العابرة أو تمثيل شروط غير عادية لنظام القدرة وتحت الشروط المتغيرة وعادة نحصل على درجة كفالة عالية من التصميم الجيد مع الاختبارات الدائمة لنظام القدرة.

- ✓ السرعة:

إن وظيفة الحماية الآلية هي عزل الأعطال عن نظام القدرة بزمن قصير جداً لتأمين استمرار التغذية بعد فصل أي عطل بدون ضياع التواقت والذي يتطلب فصل المحطة بشكل آني. تطبق على الزواجل لفصل العطل بزمن (50 msec) أي تقريباً أقل من ثلاث أدوار لتردد 50 Hz.

إن تحميل النظام يسبب فرق بالطور بين التوترات في نقاط مختلفة وبالتالي زيادة احتمال فقدان التواقت عندما يتعرض النظام لعطل. لذلك كلما نقص زمن بقاء العطل في الجملة كلما قل تحميل النظام ومن الملاحظ أن الأعطال في الخطوط تؤثر على استقرار النظام أكثر من الأعطال الأرضية وبالتالي تتطلب فصل سريع.

الغاية من الفصل السريع للأعطال إضافة إلى استقرار النظام الكهربائي، تجنب الأخطار و الأضرار لعناصر النظام. أما الاستطاعة الكبيرة لعطل بقوس يحمل تيار كبير جداً تستطيع أن تتلف نواقل النحاس أو تصهر ملفات المحولة أو الآلة في زمن قصير جداً. وحتى تيارات العطل الكبيرة تسبب أضرار في عناصر المحطة إذا استمر العطل لثواني قليلة.

- ✓ الانتقائية مع الاقتصادية:

للزواجل السريعة فائدة كبيرة في تقليل أخطار العطل وهذه الزواجل ذات كلفة أولية عالية لا يمكن حسابها دوماً. يستعمل في نظام القدرة زواجل سريعة وبطيئة للحماية من الأعطال. ويتم انتقاء العنصر المصاب فقط و بوثوقية عالية. لذلك يجب تحقيق الانتقائية بأقل ما يمكن من الزواجل لتقليل التكاليف.

- ✓ البساطة:

بساطة نظام الحماية تدل على التصميم الجيد ولكن هذا لا يدل أنه اقتصادي بل يحسن عامل الوثوقية. وذلك بقلة العناصر التي تعمل مع بعضها بشكل جيد.

1-3-2-4-2- أنواع الحمايات الموجودة في محطات التحويل 66/20 KV

تُحمى محطة التحويل بنوعين من الحمايات هما:

1-3-2-4-2-1- الحمايات الكهربائية

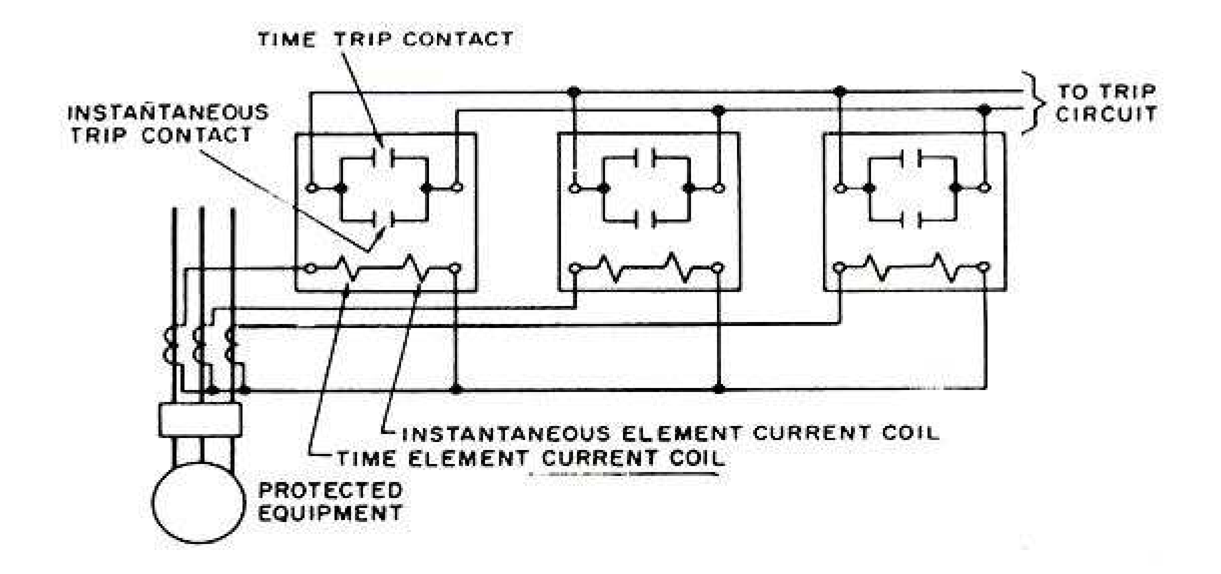
تختلف مبدأ عمل الحماية حسب نوع العطل التي تقوم الحماية بمنعه لذلك يكون في المحطة عدة أنواع من الحمايات هي:

1-3-2-4-2-1-1- حماية زيادة التيار والأعطال الأرضية

تعتبر حماية زيادة التيار والأعطال الأرضية لحماية الخطوط على طرف التوتر المنخفض والعالي في المحطة ولحماية المحولة، تعمل حماية زيادة التيار والحماية من الأعطال الأرضية وفق منحني العمل العكسي باختلاف في قيم المعايرة.

تستعمل زواجل التيار الزائد بشكل دائم لحماية خطوط النقل والكثير من عناصر نظام القدرة الكهربائية. والغاية الرئيسية هي استخدام الفصل الآني والفصل بتأخير زمني. هما مستقلين عن بعضهما من ناحية المعايرة والضبط ولكن يعملان من منبع للتيار نفسه وبملف تشغيل واحد.

وتوصل التماسات لكل نوع على التفرع حسب الشكل (1–18).



الشكل (1–18) يوضح وصل تماسات الملف الزمني والملف الآني لحماية زيادة التيار

إن الحماية من التيار الزائد تعتمد على زيادة التيار عن حد معين من هذا المبدأ يتم تدرج التيار الزائد في النظام ويدعى الحماية من الأعطال المميزة. وهذه الحالة تختلف عن الحماية من زيادة التحميل التي تجعل استخدام الزواجل للفصل مع الزمن معتمداً على درجة حرارة العنصر المحمي. الحماية من التيار الزائد تقوم بفصل وعزل الأعطال بشكل مباشر وفي أي منطقة من النظام مع مراعاة التعيير لإتمام هذه المهمة.

1-3-2-4-2-1-2- حماية جسم محولة القدرة وحماية جسم المحولة المساعدة وحماية نقطة الوصل النجمي

إن كل هذه الحمايات تعمل وفقاً لمنحني العمل العكسي التابع لحماية زيادة التيار، لكن الاختلاف بين هذا النوع من الحمايات وحماية زيادة التيار هو أنها تحوي فقط على ملف واحد فقط بينما حماية زيادة التيار لها ثلاث ملفات لكل طور وملف للأعطال الأرضية.

1-3-2-4-2-1-3- الحماية التفاضلية

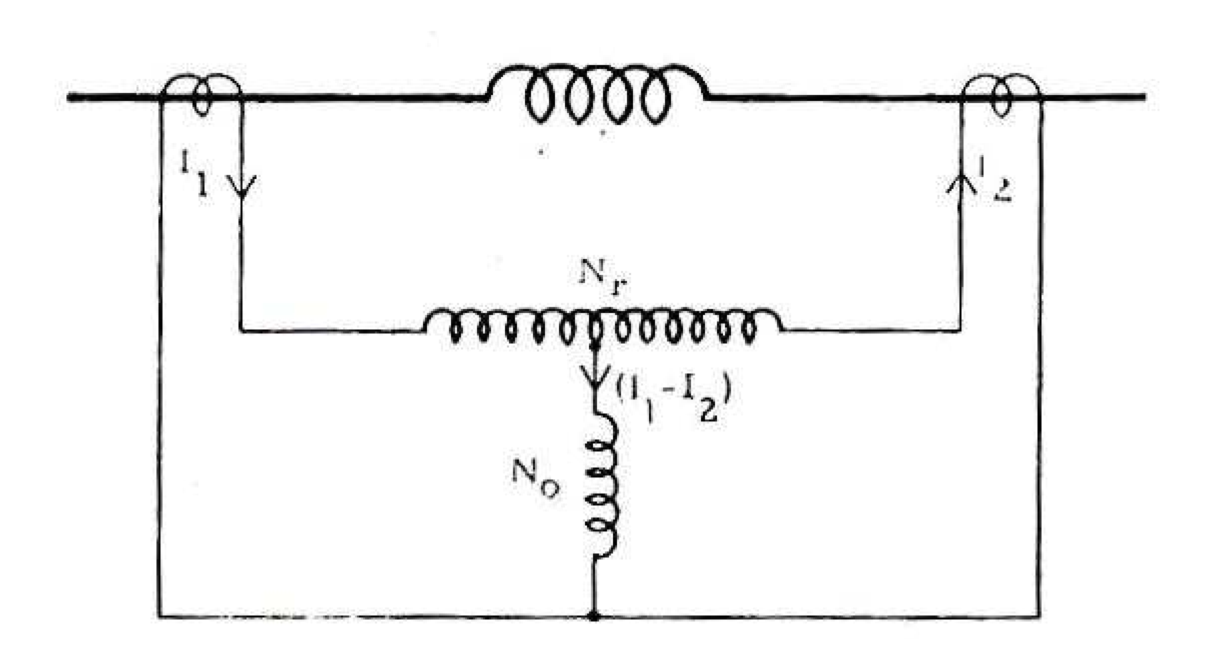
للحمايات التفاضلية أشكال عديدة وذلك بالاعتماد على نوع العنصر المحمي. وتستعمل بشكل عام لحماية المولدات والمحولات وقضبان التجميع وتعتمد في عملها على الفرق الشعاعي لقيمتين كهربائيتين أو أكثر عندما يكون متماثل أو أكبر بحيث يتخطى قيمة محددة.

1-3-2-4-2-1-3-1- الحماية التفاضلية المئوية

يستعمل هذا النوع بشكل كبير لحماية المحولات وقضبان التجميع والمولدات وتعمل الحمايات على مبدأ التيار الزائد (توازن التيار). والتوصيل يتم بدارة تفاضلية حيث تقدم هذه الحمايات زيادة في

ممانعة ملف التشغيل لتيار العطل الخارجي وهبوط في الجهد على أطراف التيار وذلك عندما ينخفض مجال التعيير ويهمل تأثير تيار التمغنط على التعيير الأولي ويمكن الحصول على هذه الخواص بتمرير تيار عطل خارجي ضمن ملف إضافي ويولد عزم مقاوم.

يوضح الشكل (1–19) توصيلات دارة حماية تفاضلية مئوية ذات ملفين، ملف التشغيل بعدد لفات N0 والملف المقاوم بعدد لفات Nr. في حالة عطل خارجي لا يمر تيار ضمن N0، ولكن عدم التطابق الدقيق لنسب تحويل محولات التيار يؤدي إلى مرور تيار ضمن دارة تشغيل الحماية ويسبب عملها عندما يتخطى نسبة معينة تدعى نسبة التعيير.



الشكل (1–19) توصيلات دارة الحماية التفاضلية المئوية

يزداد مطال تيار تشغيل الحماية الذي يسبب العمل عند زيادة التيار في الدارة بعلاقة ثابتة محدد بثابت مبدئي لدارة الحماية.

$$T1 = (I1 - I2)N0.K \qquad (1–3)$$

$$Ks + \left(\frac{I1+I2}{2}\right) Nr.K \qquad (1–4)$$

حيث: T1 قوة تشغيل الحماية.

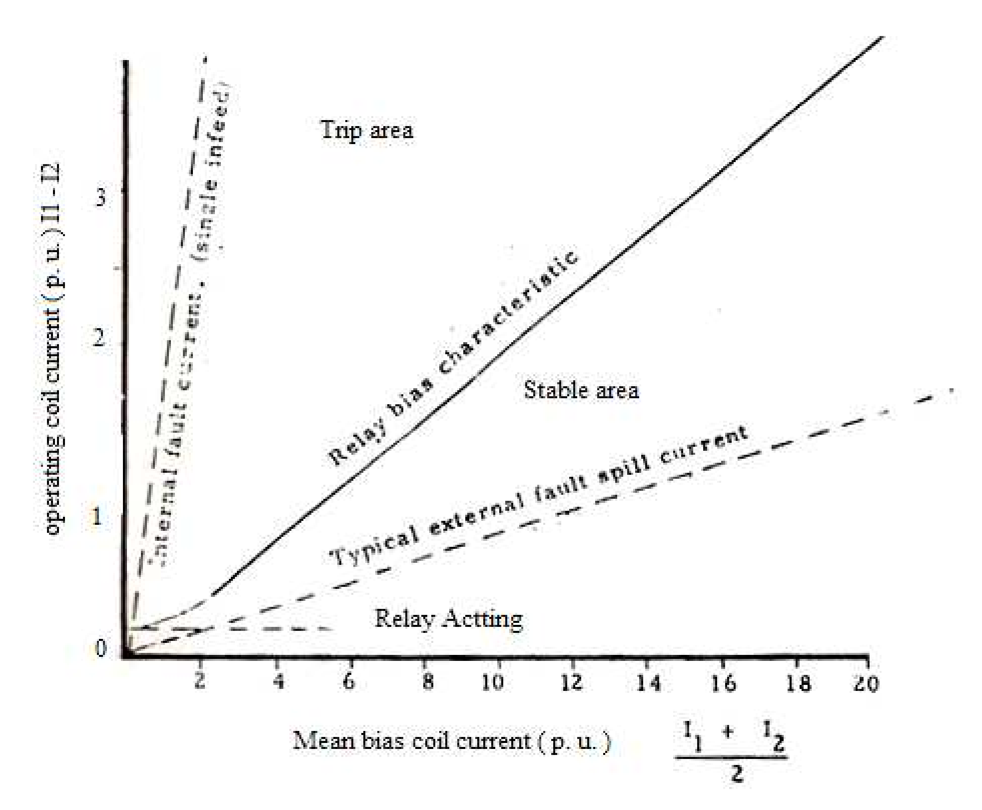
T2 قوة كبح الحماية.

يوصل ملف التشغيل إلى منتصف الملف المقاوم وقوة مقاومة النابض Ks عند نقطة توازن الحماية، وبإهمال النابض:

$$(I1 - I2)N0 = \left(\frac{I1+I2}{2}\right) Nr \qquad (1–5)$$

$$\frac{Nr}{N0} = \frac{I1-I2}{\frac{1}{2}(I1+I2)} \qquad (1–6)$$

تعطي هذه العلاقة مميزة عمل الحماية وهي خط مستقيم يمر من المبدأ وميلها يساوي (Nr/N0) وذلك بالأخذ بعين الاعتبار تأثير النابض مما يعطي قيمة تعيير أصغرية للإطلاق كما هو مبين في الشكل (1–20)



الشكل (1–20) منحني مميزة عمل الحماية التفاضلية

1-3-2-4-2-1-3-2 –الحمايات التفاضلية الالكترونية

يطبق المبدأ العام للحمايات التفاضلية على هذه الحمايات أيضاً أي مقارنة طويلة وزاوية التيار الداخل والخارج إلى منطقة الحماية المحددة بين محولات التيار. ومن مميزات عمل هذه الحمايات تعيير التيار للأعطال الداخلية الذي يتغير من (%100–10) من التيار الاسمي وزمن التشغيل يتراوح بين (25– 500 msec) وذلك بالاعتماد على طويلة التيار ونوع الحماية.

1-3-2-4-2-1-4- الحماية المسافية

تعتبر الحمايات المسافية من أهم الحمايات المطبقة في حماية المنظومة الكهربائية وتعتمد على مقارنة التيار بالجهد والنسبة بينهما. والتي تظهر بشكل ممانعة هذه الممانعة تمثل قياس كهربائي للمسافة على طول خط النقل وهو سبب تسميتها بالحمايات المسافية.

1-3-2-4-2-1-4-1- الحمايات المسافية من نوع الممانعة

مبدأ العمل:

يتوازن العزم الناتج من عنصر التيار مع العزم الناتج عن عنصر التوتر في حمايات الممانعة حيث عنصر التيار يولد عزماً موجباً (pick up) بينما عنصر التوتر يولد عزماً سالباً (Reset).

الحماية المسافية هي حماية تيار زائد بتوتر مقاوم وإذا اعتبرنا أن تأثير نابض التحكم K3 فإن معادلة العزم:

$$T = K1I^2 - K2V^2 - K3 \qquad (1\text{–}7)$$

حيث I و V قيم فعالة للتيار والتوتر عند نقطة التوازن فإن العزم الكلي يساوي الصفر أي:

$$K2V^2 = K1I^2 - K3 \qquad (1\text{–}8)$$

بالتقسيم على الحد $K2I^2$ نحصل على:

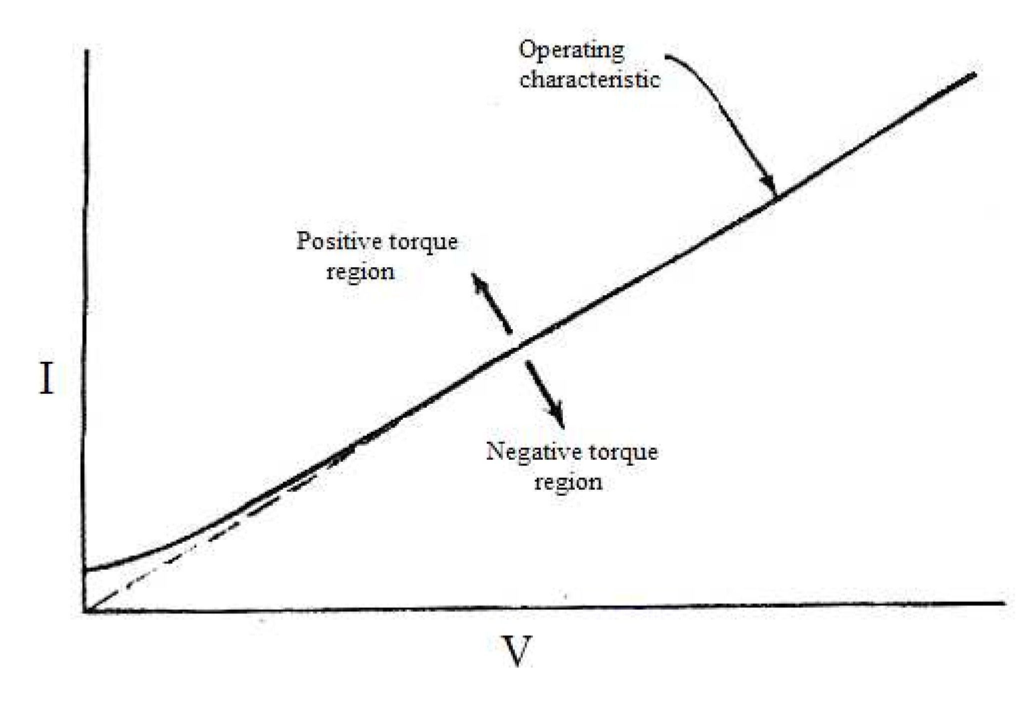
$$\frac{V^2}{I^2} = \frac{K1}{K2} - \frac{K3}{K2I^2} \qquad (1\text{–}9)$$

$$\frac{V}{I} = Z = \sqrt{\frac{K1}{K2} - \frac{K3}{K2I^2}} \qquad (1\text{–}10)$$

يمكن إهمال تأثير النابض أي K3 = 0 حيث يظهر تأثيره فقط في حال التيارات الصغيرة جداً فتصبح المعادلة:

$$\frac{V}{I} = Z = \sqrt{\frac{K1}{K2} = \text{const}} \qquad (1\text{–}11)$$

بمعنى آخر يقدم زاجل الممانعة في نقطة العمل قيمة ثابتة للنسبة $\frac{V}{I}$ التي تعوض بممانعة. إن مميزة العمل كتابع للجهد والتيار موضحة بالشكل (1–21) مع تأثير النابض على المميزة بشكل بسيط عند القيم الصغيرة للتيار ولكن الخط المتقطع يعتبر مميزة العمل الذي يوضح قيمة ثابتة للممانعة Z.

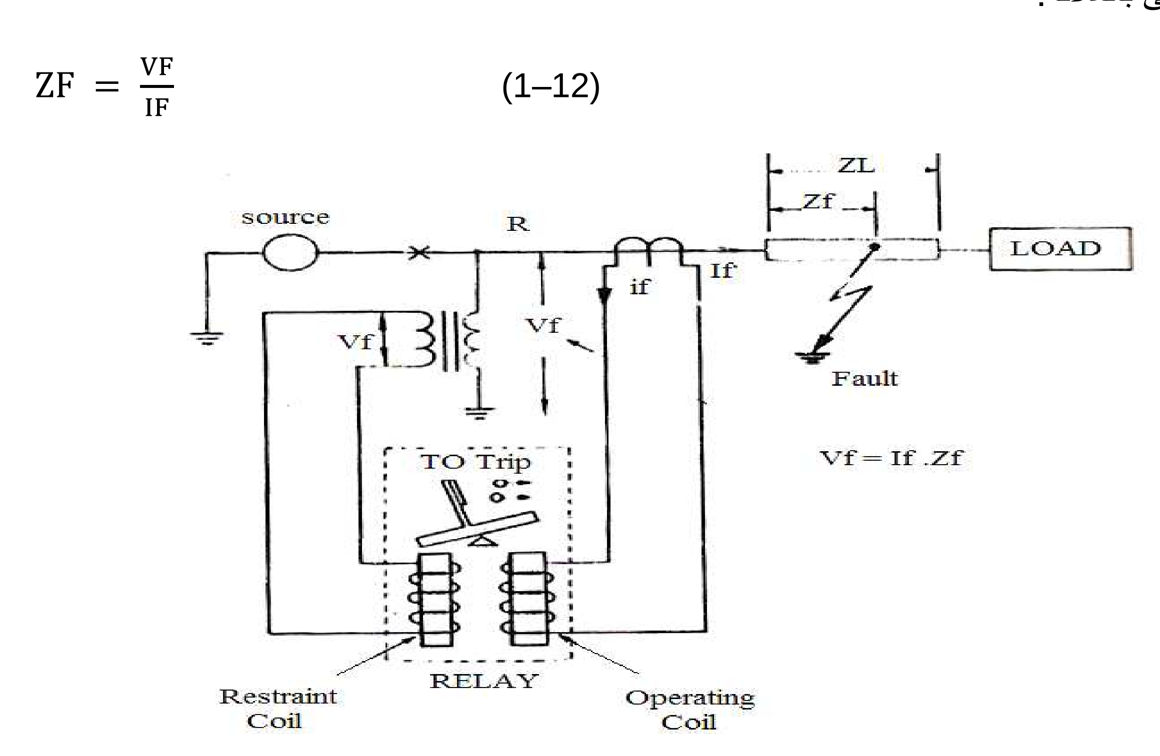


الشكل (1–21) مميزة عمل الحماية المسافية من نوع الممانعة

الحماية سوف تعمل من أجل قيمة للتيار والجهد تعطي نقطة على المميزة تقع في منطقة العزم الموجب أو من أجل قيمة (Z) أقل من القيمة الثابتة التي تمثل المميزة.

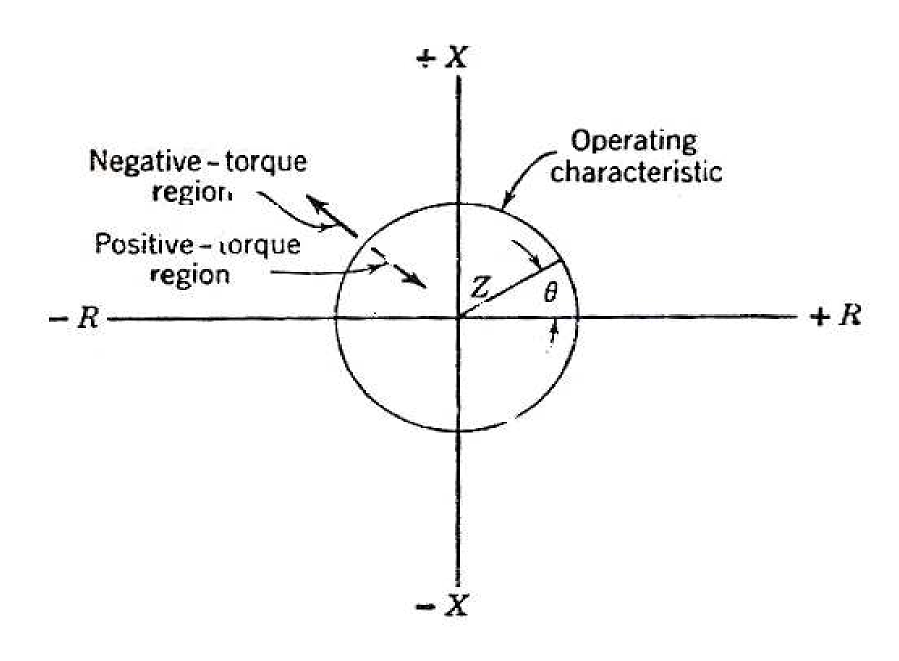
وبطريقة تعديل معينة يمكن تغير ميل مميزة العمل بحيث الحماية تفصل إلى كل قيم الممانعة أقل من القيمة الثابتة المعيرة الشكل (1–22) يوضح مكان تطبيق الحماية لجملة كهربائية تحوي على منبع وحمولة وخط نقل ZL ويوضح الشكل عطلاً في النقطة F من R حيث الممانعة المقاسة ZF تعطى بالعلاقة:

$$ZF = \frac{VF}{IF} \qquad (1–12)$$



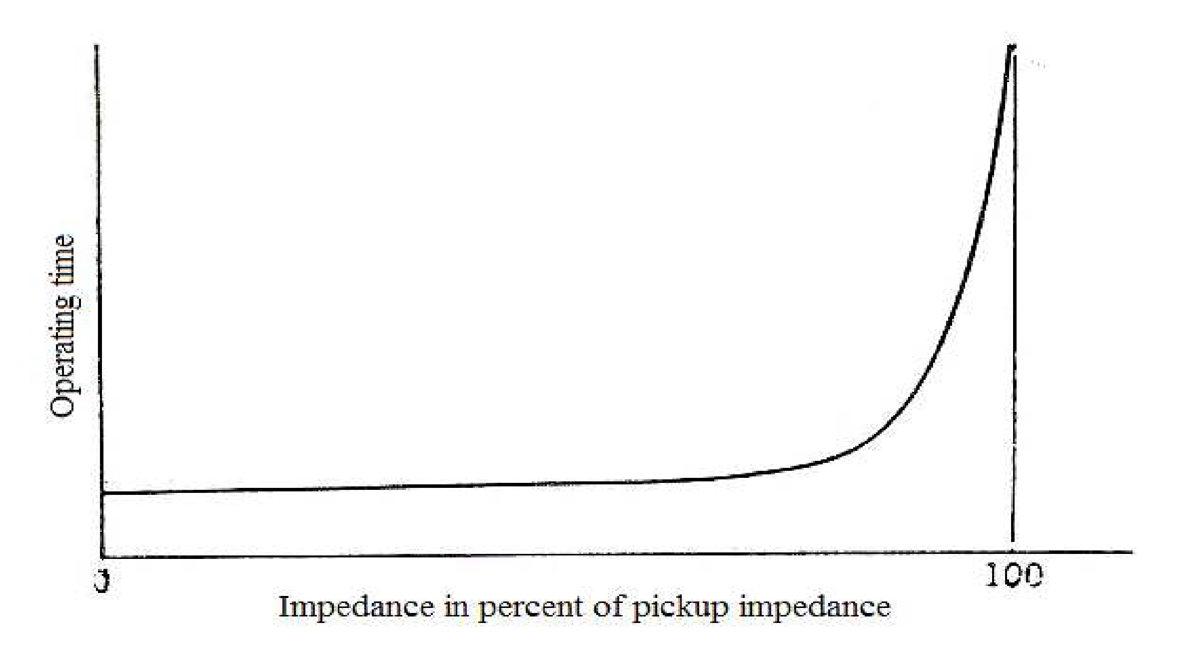
الشكل (1–22) مكان تطبيق الحماية المسافية

وبطريقة أخرى مفيدة جداً في مجال الحماية يمكن تمثيل مميزة العمل للحمايات المسافية على المحاور (R ,X). يبين الشكل (1–23) مميزة العمل بعد إهمال تأثير نابض التحكم على هذه المحاور. القيمة العددية لنسبة V على I موضحة على الشكل بطول نصف القطر Z. وزاوية الطور Ɵ بين V و I توضح مكان الشعاع.



الشكل (1–23) مميزة العمل للحمايات المسافية على المحاور (R ,X)

الشكل (1–24) يوضح مميزة الزمن لعمل هذا النوع من الحمايات التي تعتبر من الحمايات المسافية السريعة (high – speed) وذلك لقيمة معينة للتيار.



الشكل (1–24) مميزة الزمن لعمل حماية مسافية من نوع الممانعة

1-3-2-4-2-1-4-2- الحمايات المسافية من النوع المفاعلة

يتألف هذا النوع من الحمايات المسافية من عنصر للتيار الزائد يقدم عزماً موجباً ومن عنصر اتجاهي يقدم عزماً موجباً أو سالباً وذلك حسب الزاوية بين الجهد والتيار.

وبشكل عام حماية المفاعلة تدعى حماية تيار بعزم مقاوم اتجاهي، ويصمم العنصر الاتجاهي ليقدم عزماً أعظمياً سالباً عندما التيار يتأخر عن التوتر بزاوية 90°. وتعطى معادلة العزم:

$$T = K1I^2 - K2\,VI\sin\theta - K3 \qquad (1–13)$$

حيث K3 تمثل العزم الناتج عن مقاومة النابض والزاوية θ موجبة إذا تأخر التيار عن الجهد، عند نقطة التوازن $T = 0$ أي الحماية تعمل:

$$K1I^2 = K2\,VI\sin\theta + K3 \qquad (1–14)$$

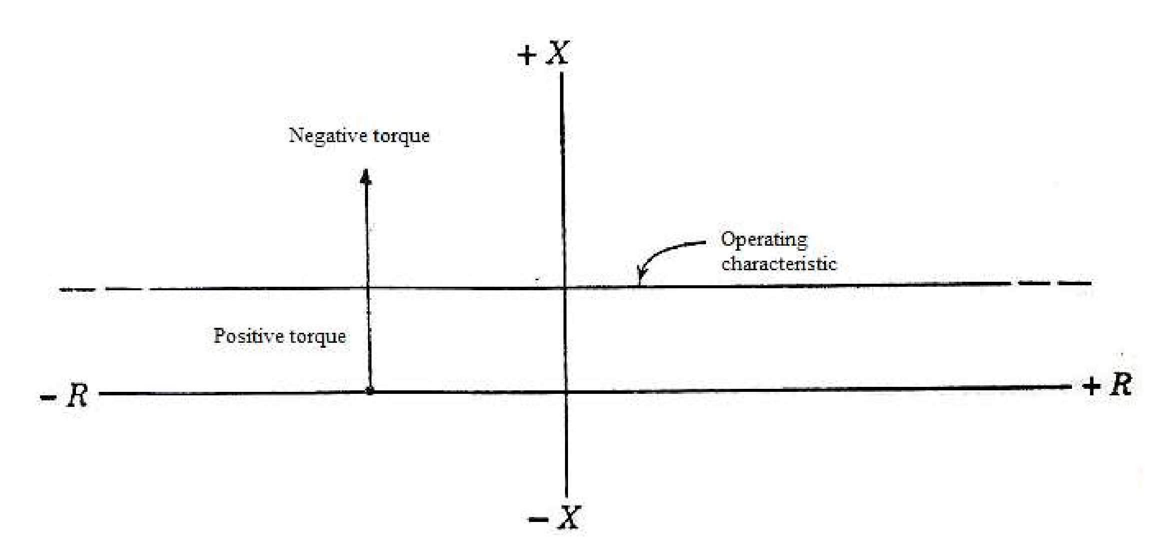
$$K1 = K2\frac{V\sin\theta}{I} + \frac{K3}{I^2} \qquad (1–15)$$

$$\frac{V\sin\theta}{I} = Z\ \sin\theta = X = \frac{K1}{K2} - \frac{K3}{I^2} \qquad (1–16)$$

إذا اعتبرنا $K3 = 0$

$$X = \frac{K1}{K2} = \text{const} \qquad (1–17)$$

مميزة عمل هذه الحماية تعطى بالممانعات التي لها مركبة ثابتة لـ X حسب الشكل (1–25) بخط مستقيم.



الشكل (1–25) مميزة عمل الحماية المسافية من نوع المفاعلة

الشيء الجيد عن هذه المميزة أن مركبات الممانعة الفعلية R لا تؤثر على عمل هذه الزواجل حيث تتأثر فقط بالمركبة X. إن أي نقطة تقع تحت المميزة في القسم الموجب أو السالب لـ R تكون في القسم الموجب للعزم أي الزاجل يطلق (Tripping).

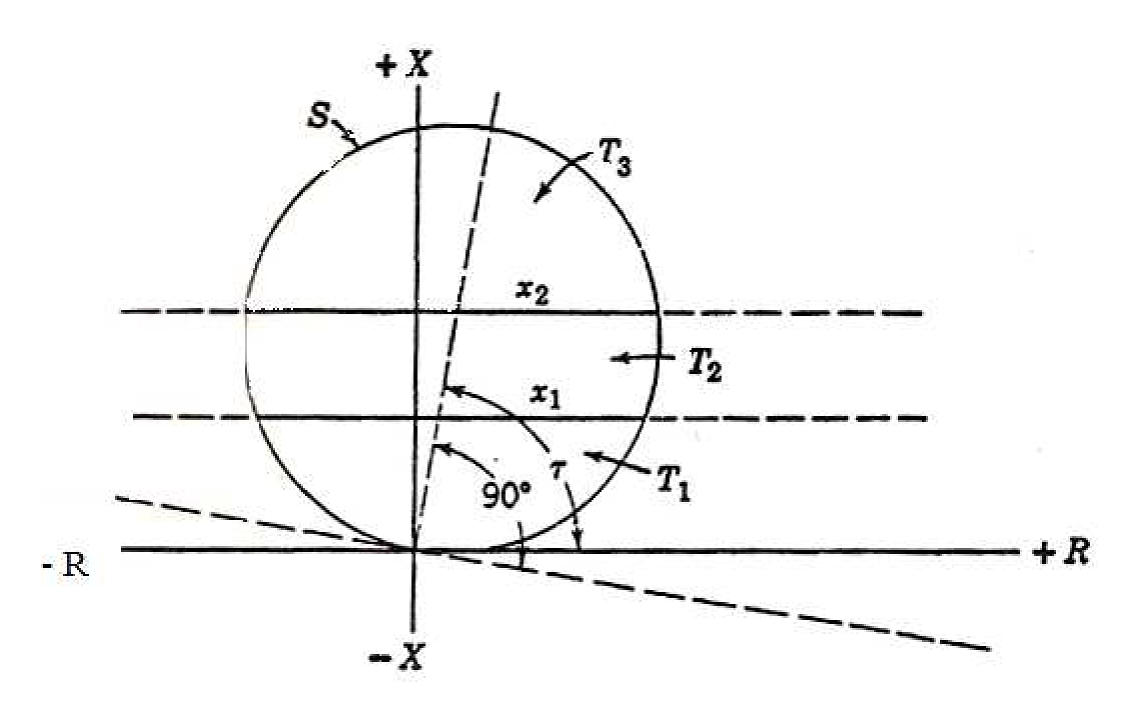
إذا كانت زاوية العزم (ζ) تختلف عن 90 فإن معادلة العزم تكون:

$$T = K1I^2 - K2\ VI\cos(\theta - \zeta) - K3 \qquad (1\text{–}18)$$

إن مميزة عمل هذا النوع من الحمايات تكون خطاً مستقيماً ولكن لا يوازي محور R وهذا الشكل العام للحماية يدعى زاجل الممانعة الزاوي (Angle – Impedance Relay)

1-3-2-4-2-1-4-3- حمايات موه المسافة

هي عبارة عن مميزة عمل للحمايات المسافية بعدم وجود وحدات اتجاهية لحماية خط النقل (M1 &M2 &M3) مع عناصر زمنية (T1 &T2 &T3). الشكل (1–26) يوضح شكل مميزة عمل حمايات موه.

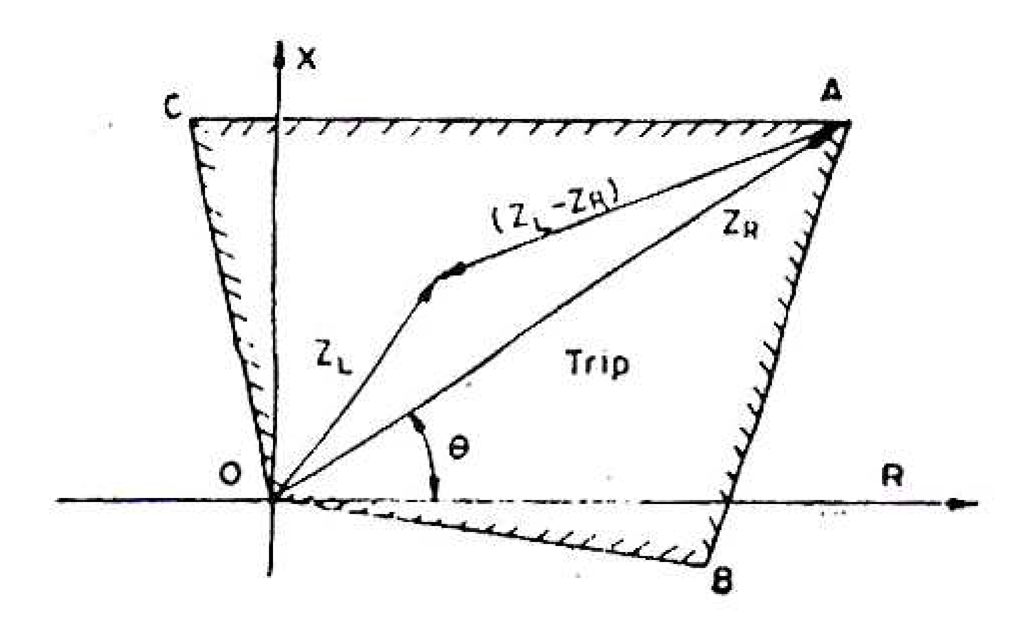


الشكل (1–26) يوضح شكل مميزة عمل حمايات موه

1-3-2-4-2-1-4-4- الحمايات المسافة الالكترونية ذات المميزات الرباعية الأضلاع

المميزة التالية تكون مستطيل أو مربع على المحاور (R – X) كما في الشكل (1–27) وتتطلب أربع حمايات كهرومغناطيسية بتماسات موصولة على التسلسل وكل واحدة لها مميزة وخط

مستقيم كضلع من رباعي الأضلاع، أي حماية تحريضية لحمايات المفاعلة مع حمايتين من نوع المقاومة وحماية موه كوحدة أولية. ولكن باستخدام الحمايات الالكترونية بمقارن متعدد الدخل سوف تعمل الحماية بشكل مناسب وموثوق.



الشكل (1–27) مميزة عمل الحمايات المسافية الالكترونية

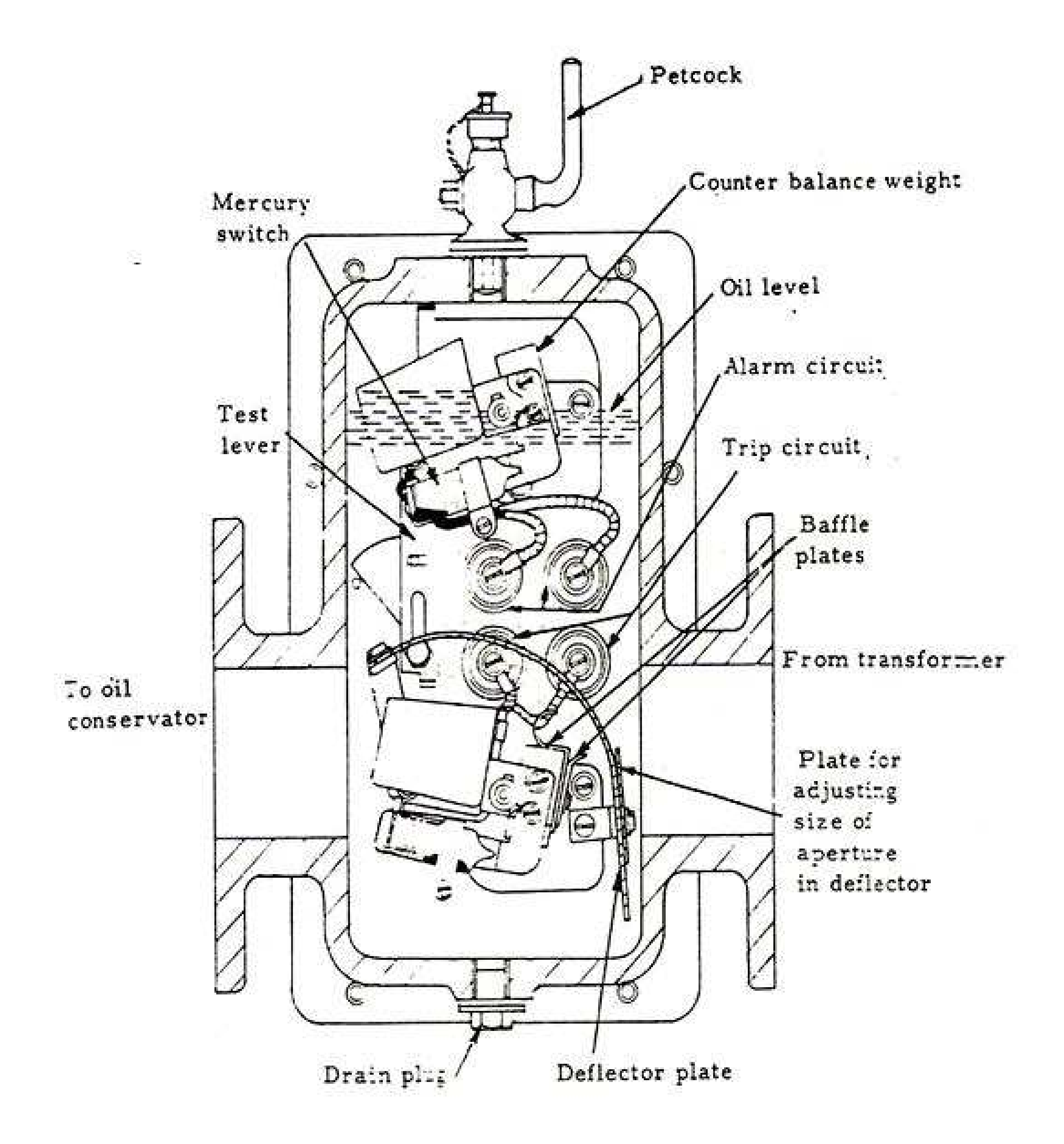
1-3-2-4-2-2- الحمايات الميكانيكية

إن الحمايات الميكانيكية موجودة على محولة القدرة الكهربائية والمحولة المساعدة وهي:

1-3-2-4-2-2-1- حماية بوخهولز لمحولة القدرة والمحولة المساعدة

إن حدوث عطل في محولات كهربائية مغموسة بالزيت يؤدي إلى زيادة توليد الغاز ضمن الزيت وأما في حالة حدوث عطل خطير فيؤدي إلى حركة الزيت وبهذا فإن استجابة الحمايات لمثل هذه الشروط، تؤمن حماية موثوقة جداً. وتستطيع أن تكشف عطلاً في مراحله الأولى، مثل أعطال النواة لمحولات القدرة بشكل لا يمكن كشفه بحمايات أخرى.

الشكل (1–28) يبين مقطع لحماية بوخهولز التي تعمل بالغاز والزيت. تثبت هذه الحماية على أنبوب بين المحولة وخزان الزيت.



الشكل (1–28) يبين مقطع لحماية بوخهولز التي تعمل بالغاز والزيت

تحوي علبة الحماية على عوامتي ألمنيوم كل عوامة تعتمد على الوزن تحقق التوازن وتحمل مفتاح زئبقي. عند الشروط الطبيعية يكون المفتاح الزئبقي مفصول معتمداً على ثقل التوازن (counter balance weight)، زيادة الغاز في العلبة يؤدي إلى انخفاض الزيت وبالتالي انخفاض ثقل التوازن وإغلاق التماسات عن طريق المفتاح الزئبقي مسبباً عمل جهاز الإنذار.

إن التوليد السريع للغاز يسبب اندفاع الزيت خلال جهاز الحماية، وسريان هذا الزيت من المحولة إلى الخزان يؤدي إلى ارتطامه بصفيحة التوازن (Baffle plate) مسبباً انصراف العوامة السفلى التي تؤدي إلى إغلاق القاطع الزئبقي الذي يفصل المحولة من الخدمة.

تصنع هذه الحمايات بقياسات مختلفة لتوصيلها مع أنابيب الزيت بأقطار (1-2-3 in) أما عنصر الغاز فيعيير ليعمل حسب حجم الغاز بحسب الشركة الصانعة وحجم المحولة. والعنصر الأخير

الذي يعمل عند الحالات الخطيرة يعتمد على تدفق الزيت بسرعة من 70 cm/sec حتى 160 cm/sec معتمداً على زاوية الأنبوب والشركة الصانعة والحجم.

1-3-2-4-2-2-2- الحمايات الحرارية

وهي عبارة عن حمايات تستعمل العناصر الحرارية لقياس قيم حرارة العنصر الكهربائي المراد حمايته. توجد هذه الحمايات في محطات التحويل لحماية المحولات من خلال حرارة زيت المحولة أو حرارة الملفات.

يتم قياس حرارة كل منها بطريقة مختلفة فحرارة الملفات تعتمد على قيمة التيار المار في ملفات المحولة وتحويلها من قيمة كهربائية إلى قيمة حرارية أما بالنسبة لحرارة زيت المحولة فهي عبارة عن ترموستات يقيس قيمة الحرارة وتختلف الحماية حسب نوع الترموستات المستخدم. [3]

1-3-2-4-3- رموز الحمايات والموجودة في المحطات

تم وضع رمز لكل أنواع الأعطال وحالات تشغيل المحطات ونوع التغذية فيها يوضح الملحق (1) كافة هذه الرموز وفق ANSI.

1-3-3- دارات التحكم

لفصل الطاقة الكهربائية من محطات التحويل 66/20 kv يلزم قاطع أو عدد من القواطع الآلية لتأمين ذلك. وإن كافة القواطع لها مزايا مشتركة والمواصفات الضرورية التي تخدم عمليات الفصل والوصل والحماية وتأمين الموثوقية العالية لأنظمة القدرة هي نفسها وتصميم ميكانيكية الفتح (Opening) أو بشكل آخر عملية الإطلاق (Tripping) إن تغذية وشيعة الإطلاق التي تطلق الطاقة المختزنة بشكل ميكانيكي تسبب إبعاد التماسات الرئيسية للقاطع. تغذى وشيعة الإطلاق عادة من شبكة توتر مستمر (شاحن أو بطارية)، عند إغلاق تماسات الحماية بشكل مباشر أو عن طريق تماسات مفتاح الفصل. وفي القواطع الآلية الصغيرة عندما يكون تيار تشغيل وشيعة الإطلاق أصغر من التيار الاسمي لتماسات الحماية، فإن الحماية تستعمل لتغذية وشيعة الإطلاق بشكل مباشر. وتعمل وشيعة الإطلاق عادة بقيم مستمرة أو متناوبة، هذه القيم المستمرة تكون 110 v أو 220 v للمحطات الكبيرة وأحياناً 30 v من أجل المحطات الفرعية الصغيرة. ويستعمل أيضاً مفتاح مساعد (تماسات) يعمل مع القاطع الآلي لوصله ميكانيكياً حيث يوصل على التسلسل مع وشيعة الإطلاق وتماسات الحماية. يفتح هذا القاطع عندما يكون القاطع الآلي مفتوح ويغلق إذا كان القاطع مغلقاً، يمكن أيضاً استعمال القواطع المساعدة في دارات الحماية والإنذار والإشارة. ومن المهم التأكد من تتابع عملية الإغلاق أو الفصل (Made or Break) بشكل صحيح مع القاطع الآلي وذلك لتحقيق المهمة المطلوبة من الحماية. ومن الأمور المهمة

أيضاً والتي يجب اعتبارها بالنسبة للقواطع الآلية الزمن اللازم لفصل التماسات أي اللحظة التي نغذي بها ملف الفصل (الإطلاق) وبين لحظة إطفاء القوس الكهربائي. هذا الزمن يعتمد على تصميم القواطع الآلية ويتراوح من 0.05 وحتى 0.25 ثانية ويجب أخذ هذا الزمن بالاعتبار أثناء حساب الزمن الكلي لفصل العطل من الجملة وعملية تنسيق الحمايات.

تزود القواطع الآلية بمخططات مفصل توضح دارة الوصل والفصل. حيث يتم تمثيل الحماية في الدارة بتماسات خاصة يحدد نوعها واسم الحماية المسؤولة عنها ثم يتم تغذية دارة الإطلاق من منبع للتوتر المستمر من المحطة ودارة الإغلاق يتم تغذيتها من منبع للتوتر المتناوب [12]

4-1- آلية العمل ضمن المحطات

تقوم المجموعة المناوبة المؤلفة من مجموعة من العناصر المناوبة في المحطات والعناصر الموجودين في مركز التنسيق بالقيام بالعمليات التالية:

1- مراقبة الحمولات وتسجيلها ضمن جداول.
2- القيام بعمليات الحجز والمناورة في حالة الصيانة والأعطال الطارئة وتتبع هذه العمليات لمركز تنسيق يقوم بعملية التنسيق وحجز الخطوط منعاً لوقوع أي حادثة.
3- القيام بعملية تنظيم التوتر من خلال رفع وخفض التوتر بواسطة منظم المحولة وإبقائه بحدود 20 kv.
4- الإبلاغ عن أي حالة عطل تحدث ضمن المحطة وذلك من أجل حضور ورشات الصيانة وإصلاح العطل.
5- تسجيل كافة الملاحظات والحوادث التي تحصل في المحطة.
6- كتابة الجداول وإرسالها بشكل تقارير يومية أو شهرية إلى الجهة المختصة ويكون إرسال هذه البيانات والجداول عن طريق البريد أو عن طريق وسائل الاتصال الهاتفي أو الفاكس.

يلاحظ التأخير والبطء في عمليات الفصل والوصل لمحطات التحويل والاعتماد على الاتصالات الهاتفية وتسجيل برقيات للفصل والوصل من أجل عمليات المناورة والصيانة مما يعيق بشكل كبير عملية المناورة والاعتماد على مجموعة من المناوبين مما يؤدي إلى حدوث أخطاء كبيرة وقاتلة.

إن تسجيل المعلومات عن المحطات يتم بالشكل التقليدي باستخدام الأوراق أو الإدخال اليدوي على الحاسب مما يأخذ لدينا وقت كبير في تحصيل المعلومات من المحطات وتكون هذه المعلومات غير مرتبة ولا يمكن استخدامها في مجالات كثيرة (دراسات – إحصاء ..... الخ).

وبالاستفادة من التطور الكبير في علوم التحكم وتقنيات البرمجة قمنا من خلال هذا الدراسة بإيجاد برنامج للتحكم SCADA (**Supervisory Control And Data Acquisition**) من أجل مراقبة عمل المحطات والتحكم بعملها بشكل أسرع وتحصيل المعلومات والبيانات بشكل قواعد بيانات

يمكن استخدامها ضمن أي برنامج يقوم بدراسة الشبكة الكهربائية يقوم هذا البرنامج على أساس المتحكمات المنطقية الـ PLC (Programmable Logic Control) وبرمجيات مبنية على أساس نظام عمل SCADA وتم استخدام لغة Delphi بتصميم برنامج يعمل عمل أنظمة التحكم SCADA بحيث يوفر بيئة تتلائم مع أنظمة العمل في محطات التحويل ويتم تخطي البرمجيات الفرعية التي توجد في برمجيات SCADA معدة بشكل مسبق.

الفصل الثاني

الشبكات

2-1- مقدمة

تقسم الشبكات من حيث استخداماتها إلى:

1 - شبكات الهاتف: وتستخدم لنقل الحديث الصوتي.

2 - شبكات المعلوماتية: وتستخدم لربط أجهزة الـ PC (Personal Computer) مع بعضها.

3 - شبكات الكابل: وتستخدم لبث ونشر الفيديو.

4 - الشبكات الصناعية: وهي تشبه إلى حد بعيد الشبكات المعلوماتية ولكنها تستخدم لربط أي جهاز إلكتروني قابل للبرمجة مع آخر.

قديماً كانت هناك عدة أنواع للشبكات الصناعية وكل شركة تستخدم بروتوكولات خاصة بها لربط أجهزتها مع بعضها البعض وهذا الشيء أدى إلى صعوبة كبيرة عند مهندسي الاتصالات والتحكم لفهم ودراسة وتطبيق كل نوع من أنواع هذه الشبكات التي تتبع لشركات معينة، كما أدى ذلك إلى صعوبة ربط أجهزة مختلفة من شركات مختلفة مع بعضها لذا عمد المهندسون إلى توحيد بروتوكول خاص لضم عدد من الشركات بحيث يمكن ربط أجهزتها الشيء الذي أدى إلى ظهور شبكات Process Field Bus والتي تستخدم Standard EN 50170 , DIN 19245 T3

مع ملاحظة أن هذا البروتوكول ما يزال يستخدم إلى الآن في شبكات التحكم الصناعي فقط ولا يستخدم في التطبيقات الصناعية الأخرى لذا لجأ المهندسون إلى توحيد أكثر شمولية لجميع التطبيقات الصناعية تحت سقف واحد هو الشبكات CAN والتي تضم عدداً أكبر من التطبيقات فهي تستخدم في العديد من الشركات CiA (CAN IN Automation), Intel, Philips, Bosch, Semiconductors, Motorola, NEC, Siemens.

نلاحظ أن هذه الشبكة أكثر شمولية ولا تخص تطبيقات معينة (مثل: Profi bus) وهي الأكثر انتشاراً في العالم. وهناك العديد من الشبكات الصناعية الأخرى التي تستخدمها شركات مختلفة لربط تجهيزاتها.

ملاحظة:

يمكن ربط أي من الشبكات الصناعية مع الانترنت أو Ethernet عن طريق كبسلة بروتوكولاتها ضمن تركيب IP أو Ethernet. وبالتالي انتقال المعلومات على الشبكات Ethernet أو الانترنت.

حديثاً تسعى الشركات العالمية الكبرى إلى تضمين الأجهزة الصناعية بكروت Ethernet الشيء الذي يسمح لها باستخدام الانترنت كوسيلة لنقل المعلومات بينها وبالتالي إلى توحيد شامل لجميع التطبيقات والشركات الصناعية تحت سقف واحد لتعمل بالتعاون مع بعضها كشبكة شاملة لجميع التطبيقات.

2-2- أساسيات التشبيك

في أبسط أشكالها تتكون شبكة الكمبيوتر من جهازين متصلين ببعضهما بواسطة سلك، ويقومان بتبادل البيانات. تسمح الشبكات في هذه الأيام بتبادل البيانات وموارد الكمبيوتر Computer Resources (معلومات، برامج، أجهزة محيطية Peripheral مثل الطابعة مثلاً) وتسمح للمستخدمين بالتواصل بشكل فوري.

لنتخيل وضع الحاسوب بدون وجود شبكات، في هذه الحالة كيف سنتبادل البيانات، سنحتاج إلى آخر مما يسبب هدراً كبيراً للوقت والجهد، ومثال آخر إذا كان لدينا طابعة واحدة وعدة أجهزة كمبيوتر في هذه الحال إذا أردنا الطباعة فإما سنقوم بالانتظار في طابور انتظار على الجهاز الموصل بالطابعة، أو سنقوم بنقل الطابعة إلى كل مستخدم ليوصلها إلى جهازه ليطبع ما يريد وفي كلا الأمرين عناء كبير، ومن هنا نرى أن تقنية التشبيك قد تطورت لسد الحاجة المتنامية لتبادل المعلومات والموارد بشكل فعال.

وهكذا انبثق نوعان من المحاسبة الإلكترونية:

1- الحوسبة المركزية Centralized Computing.

2- الحوسبة الموزعة Distributed Computing.

الشبكات الحديثة من المهم استخدام لغة مشتركة أو بروتوكول اتصال Protocol متوافق عليه لكي تستطيع الأجهزة المختلفة الاتصال مع بعضها وفهم كل منها الآخر. البروتوكول هو مجموعة من المعايير أو المقاييس المستخدمة لتبادل المعلومات بين جهازي كمبيوتر.

مع تطور الشبكات أصبح مفهوم الشبكة أوسع بكثير من مجرد ربط الأجهزة مع بعض، ولنلق نظرة على المعالم الشائعة للشبكات الحالية:

1 - لكي تشكل الحواسيب شبكة، تحتاج إلى وسط ناقل للبيانات وفي هذه الحالة يكون إما أسلاك أو وسط لاسلكي.

2 - تحتاج الحواسيب إلى موائم أو أداة ربط Adapter، لتقوم بوصل هذه الأجهزة بالأسلاك المكونة للشبكة وتسمى هذه الموائمات Network Interface Card أو بطاقة ربط بيني للشبكة.

الحواسيب التي تقدم البيانات أو الموارد في الشبكات الحالية يطلق عليها اسم Servers أو مزودات، بينما يطلق على الحواسيب التي تستفيد من هذه البيانات أو الموارد، اسم Clients أو زبائن.

يمكن لجهاز واحد في الشبكة أن يلعب دور المزود والزبون في نفس الوقت، فمثلاً يستطيع جهاز ما أن يكون مزوداً للطباعة وزبون للحصول على بيانات من مزود آخر في نفس الوقت، وبالتالي تسمح لنا الشبكات بمشاركة وتبادل المعلومات والموارد بشكل أفضل وتسمح بالاتصال بين المستخدمين، أجهزة الكمبيوتر في الشبكة تتصل من خلال وسط إرسال وبطاقة شبكة ويجب أن تشغل برنامج خاص للشبكات.

2-3- أنواع الشبكات

يمكن تقسيم شبكات الكمبيوتر الحديثة إلى قسمين رئيسيين:

- شبكات الند للند أو Peer-to-Peer Networks.
- شبكات المزود- الزبون أو Client/ Server Networks.

2-3-1- شبكات الند للند أو Peer-to-Peer Networks

المقصود بشبكات الند للند أن الكمبيوترات في الشبكة يستطيع كل منها تأدية وظائف الزبون والمزود في نفس الوقت، وبالتالي فإن كل جهاز على الشبكة يستطيع تزويد غيره بالمعلومات وفي نفس الوقت يطلب المعلومات من غيره من الأجهزة المتصلة بالشبكة.

تعريف شبكات الند للند: هي شبكة كمبيوتر محلية LAN (Local Area Network) مكونة من مجموعة من الأجهزة لها حقوق متساوية ولا تحتوي على مزود Server مخصص بل كل جهاز في الشبكة يمكن أن يكون مزوداً أو زبوناً في الوقت نفسه.

وهذا النوع من الشبكات يطلق عليه أيضاً اسم مجموعة عمل أو Workgroup.

يمكن فهم مجموعة العمل بأنها مجموعة من الأجهزة التي تتعاون فيما بينها لإنجاز عمل معين وهي عادة تتكون من عدد قليل من الأجهزة لا يتجاوز العشرة يستطيع أعضاء مجموعة العمل رؤية البيانات والموارد المخزنة على أي من الأجهزة المتصلة بالشبكة والاستفادة منها.

تعتبر شبكات الند للند مناسبة لاحتياجات الشبكة الصغيرة والتي ينجز أفرادها مهام متشابهة، ونشاهد هذا النوع من الشبكات في مكاتب التدريب على استخدام الحاسوب مثلاً.

أهم ميزة لهذه الشبكات هي تكلفتها المحدودة وسهولة تركيبها.

أهم عيوبها هو أنها لا تستطيع التكيف مع عدد كبير من الأجهزة والمستخدمين.

2-3-2- شبكات المزود- الزبون أو Client/ Server Networks

المزود قد يكون جهاز كمبيوتر شخصي يحتوي على مساحة تخزين كبيرة ومعالج قوي وذاكرة وفيرة، كما أنه من الممكن أن يكون جهاز مصنوع خصيصاً ليكون مزود شبكات وتكون له مواصفات خاصة.

شبكات (الزبون-المزود) التي تسمى أيضاً شبكة قائمة على مزود أو Sever Based Network، تكون قائمة على مزود مخصص ويكون عمله فقط كمزود ولا يعمل كزبون كما هو الحال في شبكات الند للند، وعندما يصبح عدد الأجهزة في شبكات (الزبون-المزود) كبيراً إضافة مزود آخر، أي أن شبكات (الزبون-المزود) قد تحتوي على أكثر من مزود واحد عند الضرورة ولكن هذه المزودات لا تعمل أبداً كزبائن، وفي هذه الحالة تتوزع المهام على المزودات المتوفرة مما يزيد من كفاءة الشبكة.

يمكن الجمع بين مميزات كل من شبكات الند للند وشبكات (المزود-الزبون) وذلك بدمج النوعين معاً في شبكة واحدة وهذا ما يطلق عليه شبكة مختلطة أو Combination Network.

وبالتالي فإن شبكات (الزبون-المزود) تحمي البيانات وتدعم آلاف المستخدمين وتقدم مستوى عالي من الأمن، إن المزودات التي تعمل من خلال ويندوز NT يمكن أن تكون مزودات فاكس، بريد، اتصالات، ملفات وطباعة وبرامج.

احتياجات وتكلفة شبكات الزبون / المزود أكبر بكثير من شبكات الند للند.

4-2- التصاميم الأساسية للشبكات Standard Network Topologies

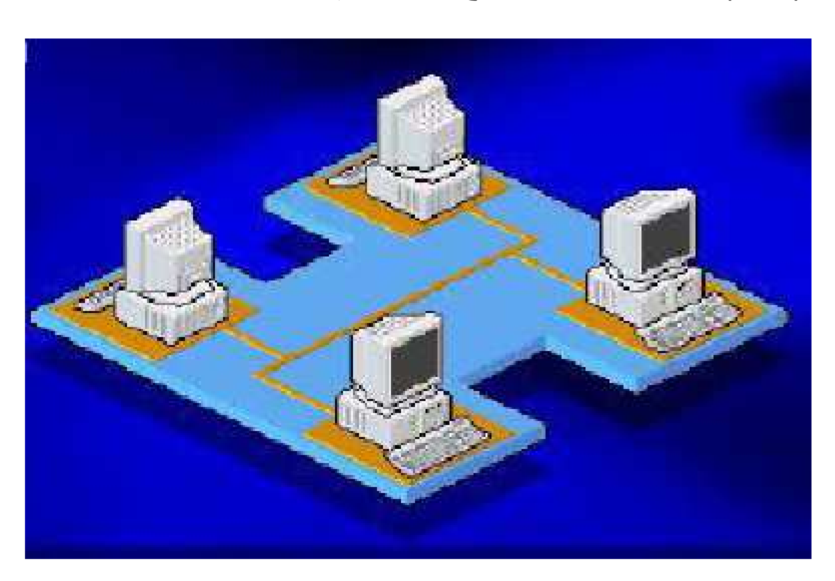
تشير Network Topology إلى الكيفية التي يتم بها توصيل الكمبيوترات والأسلاك والمكونات الأخرى لتكوين شبكة المصطلح Topology يطلق عليه أيضاً Layout Physical أوDesign.

1 – Bus أو الناقل ويسمى أيضاً Backbone أو العمود الفقري.

2 – Star أو النجمة.

3 – Ring أو الحلقة.

تصميم الشبكة من النوع Bus يعتبر الأبسط وربما الأكثر شيوعاً في الشبكات المحلية، يقوم تصميم الشبكة هذا بتوصيل الكمبيوترات في صف على طول سلك واحد (يسمى Segment) كما هو موضح في الشكل (2–1)، ويشار إلى هذا النوع أيضاً باسم Linear Bus.



الشكل (2–1) الشبكة من نوع Bus

تعتمد فكرة هذا النوع من تصاميم الشبكات على ثلاثة أمور:

1 - إرسال الإشارة (Sending Signal).

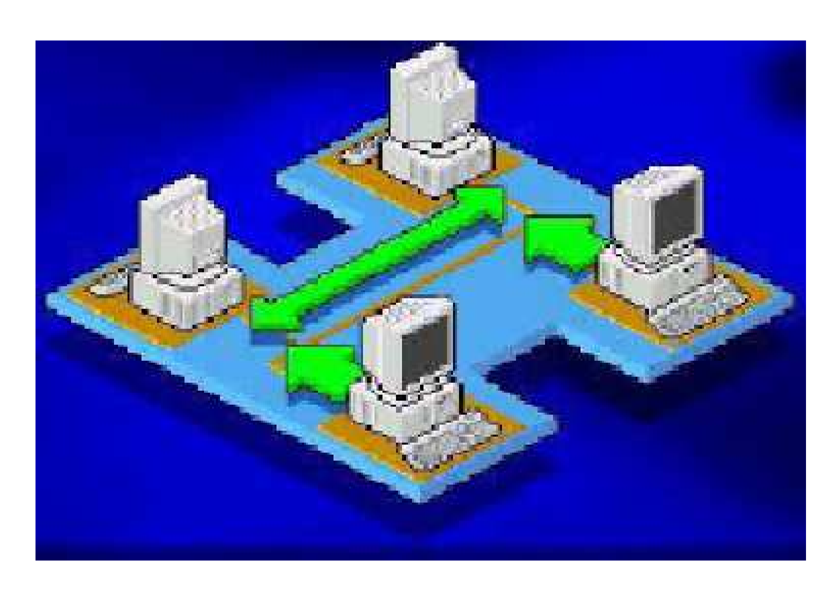
2 - ارتداد الإشارة (Signal Bounce).

3 - المُنهي أو المُوقف (The Terminator).

ترسل البيانات على الشبكة على شكل إشارات كهربائية (Signals) إلى كل الكمبيوترات الموصلة بالشبكة، ويتم قبول المعلومات من قبل الكمبيوتر الذي يتوافق عنوانه مع العنوان المشفر داخل الإشارة الأصلية المرسلة على الشبكة.

في تصميم الشبكة من النوع (Bus)، إذا قام جهازي كمبيوتر بإرسال بيانات في نفس الوقت فسيحدث ما يطلق عليه تصادم أو (Collision)، لهذا يجب على كل كمبيوتر انتظار دوره في إرسال البيانات على الشبكة، وبالتالي كلما زاد عدد الأجهزة على الشبكة، كلما طال الوقت الذي عليها انتظاره ليصل الدور لكل منها ليرسل بياناته، وبالتالي زاد بطأ الشبكة.

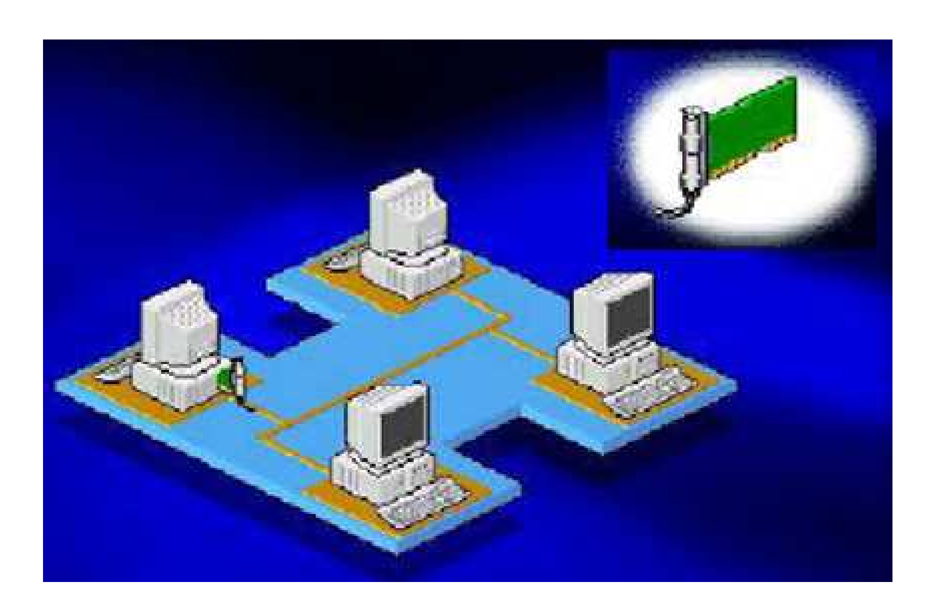
عندما ترسل إشارة البيانات على الشبكة فإنها تنتقل من بداية السلك إلى نهايته، وإذا لم يتم مقاطعة هذه الإشارة فإنها ستبقى ترتد ذهاباً وإياباً على طول السلك الشكل (2–2)، وستمنع الكمبيوترات الأخرى من إرسال إشاراتها على الشبكة.



الشكل (2–2) إرسال إشارة على الشبكة دون مقاطعة

لهذا يجب إيقاف هذه الإشارة بعد وصولها إلى عنوانها المطلوب الممثل بالجهاز الذي أرسلت إليه البيانات.

لإيقاف الإشارة ومنعها من الارتداد، يستخدم مكون من مكونات الشبكة يسمى Terminator ويتم وضعه عند كل طرف من أطراف السلك ويوصل بكل كمبيوتر متصل بالشبكة الشكل (2–3).



الشكل (2–3) موقف الإشارة Terminator في الشبكة

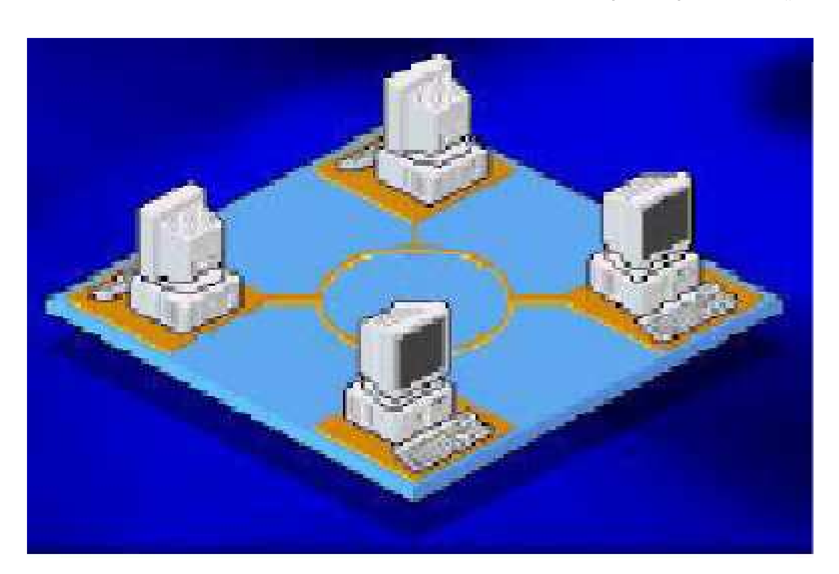
يقوم Terminator بامتصاص أي إشارة حرة على السلك مما يجعله مفرغاً من أي إشارات وبالتالي يصبح مستعداً لاستقبال أي إشارات جديدة، وهكذا يتمكن الكمبيوتر التالي من إرسال البيانات على ناقل الشبكة.

يمكن أن تتوقف الشبكة عن العمل لأسباب منها:

1 - حالة قطع السلك.

2 - حالة انفصال السلك في أحد أطرافه عن أي من الأجهزة الموصل إليها ويؤدي هذا إلى توقف جميع الأجهزة عن الاستفادة من موارد الشبكة.

في الشبكات من النوع الحلقي يتم ربط الأجهزة في الشبكة بحلقة أو دائرة من السلك من دون نهايات توقف كما في الشكل (2–4).



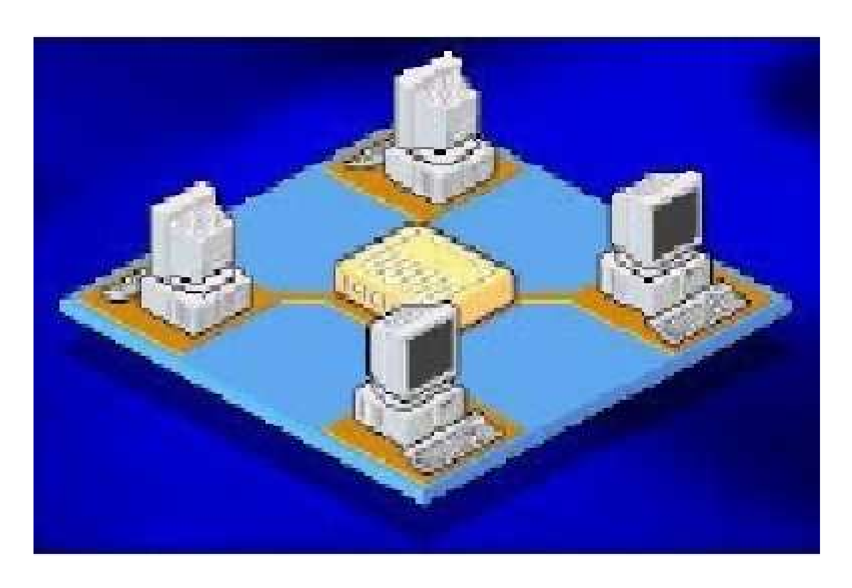
الشكل (2–4) الشبكة من نوع الحلقي

تنتقل الإشارات على مدار الحلقة في اتجاه واحد وتمر من خلال جهاز على الشبكة، ويقوم كل كمبيوتر على الشبكة بعمل دور مكرر الإشارة حيث أن كل جهاز تمر من خلاله الإشارة يقوم بإنعاشها وتقويتها ثم يعيد إرسالها على الشبكة إلى الكمبيوتر التالي، ولكن لأن الإشارة تمر على كل جهاز في الشبكة فإن فشل أحد الأجهزة أو توقفه عن العمل سيؤدي إلى توقف الشبكة ككل عن العمل.

التقنية المستخدمة في إرسال البيانات على شبكات الحلقة يطلق عليها اسم Token Passing أو تمرير الإشارة، تيار البيانات المسمى Token يتم تمريره من جهاز كمبيوتر إلى آخر على الشبكة، كوسيلة لإرسال البيانات فإن Token Passing تعتبر من الوسائل السريعة، فالإشارة تنتقل من جهاز إلى آخر بسرعة مقاربة لسرعة الضوء، وبسبب هذه السرعة الفائقة فإن أداء الشبكة يكون ممتازاً حتى في وجود عدد كبير من الأجهزة على الشبكة، ولكن تبقى مشكلة شبكات Bus، أنه عند تطوير الشبكة يجب إيقاف عملها أثناء عملية التطوير.

إن تصميم الحلقة يربط مكونات الشبكة على حلقة دائرية الشكل من دون استخدام نهايات توقف Terminators، تنتقل الإشارة باتجاه واحد وتمر على كل جهاز في الشبكة، تنقل البيانات باستخدام Token Passing، التي تعتبر وسيلة سريعة لنقل البيانات ولكن فشل أحد الأجهزة يؤدي إلى توقف الشبكة.

تقوم الشبكات المحلية النجمية Star بربط أجهزة الكمبيوتر بأسلاك موصلة بجهاز مركزي يطلق عليه Hub كما يسمى أيضاً المجمع أو Concentrator وأحياناً يسمى النقطة المركزية Wiring Center أو Central Point.



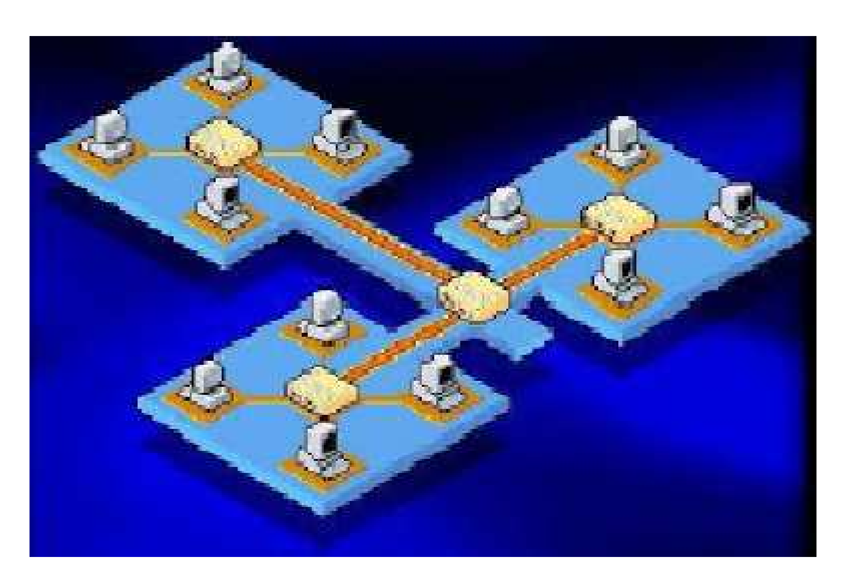
الشكل (2–5) شبكة محلية مع مجمع إشارة Hub

الإشارات تنتقل من الكمبيوتر المصدر الذي يرغب في إرسال البيانات إلى النقطة المركزية Hub ومنه إلى باقي أجهزة الكمبيوتر على الشبكة، نظام التوصيل في الـ Hub يعزل كل سلك من أسلاك الشبكة عن الآخر. وبالتالي إذا توقف جهاز كمبيوتر ما أو انقطع السلك الذي يوصله بالمجمع فلن يتأثر إلا الكمبيوتر الذي توقف أو انقطع سلكه بينما باقي الأجهزة ستبقى تعمل من خلال الشبكة دون أي مشاكل. ولكن إن توقف المجمع عن العمل فستتوقف الشبكة أيضاً.

تعتبر الشبكات النجمية مريحة أكثر من بقية التصاميم لأنها تتيح إمكانية نزع الأجهزة من مكانها وإجراء الصيانة عليها دون أن تتوقف الشبكة عن العمل. ولكن تكلفة هذا النوع من التصاميم تعتبر مرتفعة وخاصة في الشبكات الكبيرة لأنها تحتاج إلى كمية أكبر من الكابلات والمجمعات والتي قد ترفع من كلفة الشبكة تبعاً لمواصفات ودرجة تعقيد هذه العناصر.

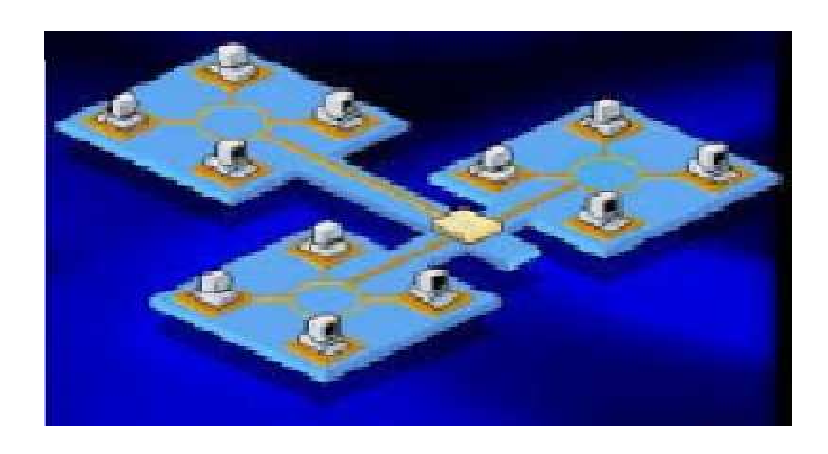
إن البنية التنظيمية للعديد من الشبكات الحديثة اليوم هي مختلطة تدمج نوعين من أشكال التوصيل : Star Bus و Star Ring.

النوع الأول Star Bus المبين في الشكل (2–6) يجمع بين شبكات Bus والشبكات النجمية Star.



الشكل (2–6) الشبكة المحلية من نوع Star Bus

النوع الثاني Star Ring مبين في الشكل (2–7) يربط عدة شبكات حلقية موصلة بشكل نجمي عبر مجمع.



الشكل (2–7) الشبكة المحلية من نوع Star Ring

هناك ثلاث أنواع أساسية للمجمعات Hub:

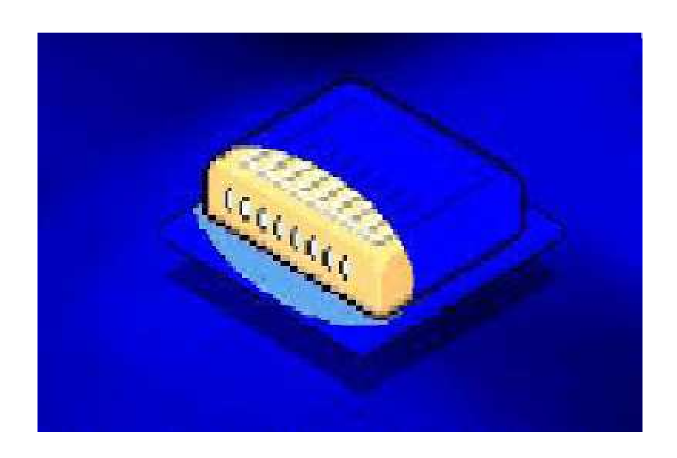
1 – مجمع فعال Active Hub.

2 – مجمع غير فعال Passive Hub.

3 - مجمع هجين Hybrid Hub.

المجمع الفعال Active Hub ،تعتبر أغلب المجمعات فعالة، ومعظم هذه المجمعات الفعالة لديها المقدرة على إعادة توليد وإرسال البيانات على الشبكة بالطريقة نفسها التي يعمل بها مكرر الإشارات Repeater.

لدى المجمعات عادة بين 8 إلى 12 منفذ (وأحياناً أكثر) تستطيع أجهزة الكمبيوتر الاتصال بها، وتسمى هذه المجمعات أحياناً مكرر الإشارة متعدد المنافذ أو Multipart Repeater.



الشكل (2–8) مجمع إشارة Hub Multipart Repeater

المجمعات الفعالة تحتاج إلى طاقة كهربائية لكي تعمل.

المجمعات الغير فعالة Passive Hub هي أنواع أخرى من المجمعات، ومثال عليها لوحات توزيع الكابلات، وهي تعمل كنقاط اتصال ولا تقوم بتقوية أو توليد الإشارات المارة من خلالها، وهي لا تحتاج

إلى طاقة كهربائية، يمكن توسيع الشبكة بتركيب أكثر من مجمع واحد وهذا يطلق عليه المجمعات الهجينة Hybrid Hubs وهي متوافقة مع أنواع مختلفة من الكابلات.

الجدير بالذكر أن المجمعات توفر ميزات وقدرات غير متوفرة في التصاميم الأخرى التي لا تعتمد على وجود مجمع Hub، فهي تقدم الميزات التالية:

1 - تسمح المجمعات بتوسيع الشبكة وتغيير مكوناتها بسهولة دون تعطيل عمل الشبكة، لإضافة كمبيوتر جديد للشبكة يكفي توصيله بمنفذ فارغ من منافذ المجمع.

2 - يمكن استخدام منافذ متنوعة تتوافق مع أنواع مختلفة من الأسلاك.

3 - المساعدة على المراقبة المركزية لنشاط الشبكة وحركة المرور عليها.

4 - هناك العديد من أنواع المجمعات التي تستطيع عزل المشاكل على الشبكة بتحديد الوصلة أو الجهاز سبب المشكلة.

5 - أغلب المجمعات لديها معالج داخلي خاص يستطيع عد حزم البيانات التي تمر من خلاله على الشبكة.

6 - يمكن اكتشاف المشاكل في حزم البيانات المرسلة وتوجيه تحذير حول المشكلة إلى جهاز يشغل برامج إدارة الشبكة أو إلى جهاز تحكم عن بعد لتوليد تقرير حول المشكلة.

7 - يمكن فصل الأجهزة المسببة للمشاكل عن الشبكة.

2-5- مبادئ عمل البروتوكولات

البروتوكولات هي عبارة عن مجموعة من القوانين و الإجراءات التي تستخدم للاتصال، وحيث أننا نعلم أن الدبلوماسية كمثال تحتاج بروتوكولات معينة تحدد كيفية قيام الدبلوماسيين من دول مختلفة بالتفاعل والتفاهم والاتصال فيما بينهم، فإن البروتوكولات في شبكات الكمبيوتر لها المهمة نفسها، فهي تحدد القوانين والإجراءات التي تتحكم بالاتصال والتفاعل بين مختلف أجهزة الحاسوب على الشبكة.

هناك بعض الخصائص التي يجب التعرف عليها تخص البروتوكولات:

1 - هناك الكثير من البروتوكولات المختلفة في عملها ووظيفتها.

2 - عدة بروتوكولات يمكن أن تعمل معاً لتنفيذ عمل ما.

3 - لكل بروتوكول مزاياه وعيوبه.

يطلق على مجموعة البروتوكولات التي تعمل سرياً اسم Protocol Suite أو Protocol Stack. ويمكن تخيل هذه المجموعة من البروتوكولات كبناء مكون من عدة طوابق وفي كل طبقة يوجد بروتوكول معين يقوم بوظيفة محددة ويتكامل مع غيره من البروتوكولات في الطوابق الأخرى. إن العملية الكاملة لنقل البيانات على الشبكة تمر بمجموعة من الخطوات، تنفذ في كل خطوة مهام محددة لا يمكن تنفيذها في خطوة أخرى، ولكل خطوة بروتوكول معين أو مجموعة بروتوكولات تحدد كيفية تنفيذ المهام المتعلقة بهذه الخطوة، كما أن هذه الخطوات متشابهة لكل جهاز على الشبكة، كما يجب ملاحظة أن الجهاز المرسل يقوم بإتباع هذه الخطوات من الأعلى إلى الأسفل بينما يقوم الجهاز المستقبل بإتباع هذه الخطوات بشكل معكوس من الأسفل إلى الأعلى.

تكون البروتوكولات في الجهاز المرسل مسؤولة عن القيام بالمهام التالية:

1 - تقسيم البيانات إلى حزم.

2 - إضافة معلومات العنونة إلى الحزم.

3 - تحضير البيانات للإرسال.

بينما تقوم البروتوكولات في الجهاز المستقبل بالأعمال التالية:

1 - التقاط حزم البيانات من وسط الاتصال.

2 - إدخال حزم البيانات إلى داخل الكمبيوتر عبر بطاقة الشبكة.

3 - تجميع كل حزم البيانات المرسلة وقراءة معلومات التحكم المضافة إلى هذه الحزم.

4 - نسخ البيانات من الحزم إلى ذاكرة مؤقتة لإعادة تجميعها.

5 - تمرير البيانات المعاد تجميعها إلى البرامج في صورة مفهومة قابلة للاستخدام.

يطلق على حركة البيانات من الشبكة المصدر إلى الشبكة الوجهة عبر عدة مسارات، اسم التوجيه أو Routing. أما البروتوكولات التي تدعم الاتصالات متعددة المسارات بين الشبكات المحلية فتسمى البروتوكولات القابلة للتوجيه Routable Protocols، ونظراً لأن هذه البروتوكولات تستخدم في ربط عدة شبكات محلية لتكوين شبكة واسعة فإن أهميتها في ازدياد مستمر.

تقسم البروتوكولات بشكل عام إلى قسمين:

1 – برتوكولات التوصيل الموجه Connection-Oriented.

2 – برتوكولات عديمة التوصيل Connectionless.

يقوم البرتوكول من النوع الأول Connection-Oriented بإعداد اتصال مباشر يسمى دارة ظاهرية أو افتراضية Virtual Circuit بين الأجهزة المتصلة في الشبكة. ويحقق هذا الاتصال المباشر وثوقية عالية لتسليم البيانات ولكنه قد يؤدي إلى بطئ في عمل وأداء الشبكة.

أما البروتوكولات من النوع الثاني Connectionless فإنها لا توفر اتصالاً مباشراً مع الكمبيوتر المستقبل قبل إرسال البيانات، مما يعني أن البيانات تنتقل بسرعة أكبر، وهذا يحسن من أداء الشبكة، و لكن هذه الطريقة ليست تامة الموثوقية نظراً لأنه لا سبيل لمعرفة ما إذا حدثت أخطاء أثناء الإرسال أم لم تحدث.

6-2- وسائط الاتصال

تعتبر الأنواع المختلفة من وسائط الإرسال مناسبة لأجزاء مختلفة من الطيف الكهرومغناطيسي وتقع وسائط الإرسال تحت فئتين رئيسيتين هما:

1 - وسائط سلكية.

2 - وسائط لاسلكية.

الوسائط السلكية تكون إما أسلاك معدنية أو ألياف ضوئية توصل الكهرباء والضوء على التوالي.

أما الإرسال اللاسلكي فيستخدم الغلاف الجوي كوسط إرسال لنقل الإشارة.

تتضمن الوسائط اللاسلكية:

1 - موجات الراديو.

2 - موجات الميكروويف.

3 - الأشعة تحت الحمراء.

تستخدم الوسائط السلكية عادة في الشبكات المحلية الصغيرة أما الشبكات الواسعة فتستخدم مجموعة من الوسائط السلكية واللاسلكية ويمكن استخدام الوسائط اللاسلكية لتحقيق الاتصال بين الحواسيب المحمولة والشبكات المحلية.

قبل تحديد وسط الإرسال الأنسب لشبكة تتم الإجابة على الأسئلة التالية:

- ما هو مقدار ازدحام حركة المرور المتوقع على الشبكة من خلال وسط الاتصال ؟
- ما هي المسافة التي يجب تغطيتها أو الوصول إليها ؟
- ما هي الاحتياجات الأمنية للشبكة ؟
- ما هي الميزانية المخصصة لوسط الاتصال ؟

الاعتبارات التي تؤثر على سعر وأداء وسط الإرسال تتضمن:

1 - سهولة الإعداد والتركيب.

2 - مدى سعة نطاق البث.

3 -التوهين أو ضعف الإشارة Attenuation.

4 - المناعة ضد التدخل الكهرومغناطيسي Immunity From Electromagnetic Interference.

تكلفة وسط الإرسال ترتفع بشكل عام مع ارتفاع سرعته ونقاوته وتحسن مستوى أمنه.

يعبر عن مجال الترددات التي يستطيع وسط الإرسال فيزيائياً استيعابها بسعة نطاق البث bandwidth، تعرف بالفرق بين أعلى وأدنى ترددات التي يستطيع وسط الإرسال حملها. هذه السعة قد تتفاوت وفقاً للمسافة وتقنية بث الإشارة المستخدمة.

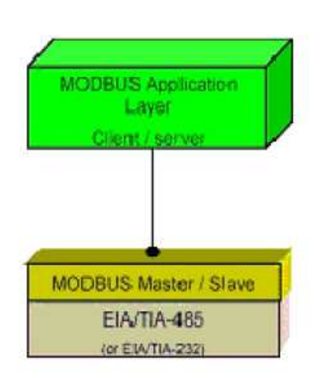
يعرف التوهين attenuation بأنه قابلية الموجات الكهرومغناطيسية للضعف والتلاشي خلال الإرسال، حيث يتعرض جزء من طاقتها للامتصاص والبعثرة بسبب الخواص الفيزيائية للوسط. يجب الانتباه لهذا الأمر، خاصة عند التخطيط لاستخدام وسط ما، يفترض أن يغطي مساحة شاسعة. لاتستطيع أغلب وسائط الإرسال عزل الموجات الكهرومغناطيسية عن التداخل مع موجات خارجية. حيث يحدث التداخل الكهرومغناطيسي EMI (electromagnetic interference) عندما تقوم موجات كهرومغناطيسية غير مرغوبة بالتأثير على الإشارة المنقولة عبر وسط الإرسال. إن من السهل اعتراض الموجات الكهرومغناطيسية والتنصت عليها وهذا أمر خطير إذا كانت الشبكة تحتوي على معلومات حساسة.

7-2- بروتوكول ModBus

تم تطوير هذا البروتوكول من قبل شركة AEG-Modicon عام 1978 لتبادل المعلومات بين منتجاتها، ووصل إلينا عن طريق متحكماتهم المنطقية المبرمجة PLCs وأصبح مقبولاً بشكل واسع فيما بعد كمعيار للاتصالات وتم تطوير العديد من المنتجات التي تستخدم هذا البروتوكول

(SCADA، VFD، RTU، PLC، Intelligent Instrument، Power Meter،MMI)

يحدد البروتوكول مواصفات الرسالة وبنيتها ويحدد كيف تقوم العقدة الطرفية Slave بتمييز الرسائل المرسلة من السيد Master وكيف ستفك تشفير المعلومات المضمنة بالرسالة كما هو مبين في الشكل (2–9)، إن وضع معايير تلك الأنظمة أدى إلى إمكانية وصل عدد مختلف من أجهزة Modbus مصنعة بواسطة شركات مختلفة من دون الحاجة إلى برامج قيادة خاصة لتلك العناصر.



Layer	ISO/OSI Model	
7	Application	MODBUS Application Protocol
6	Presentation	Empty
5	Session	Empty
4	Transport	Empty
3	Network	Empty
2	Data Link	MODBUS Serial Line Protocol
1	Physical	EIA/TIA-485 (or EIA/TIA-232)

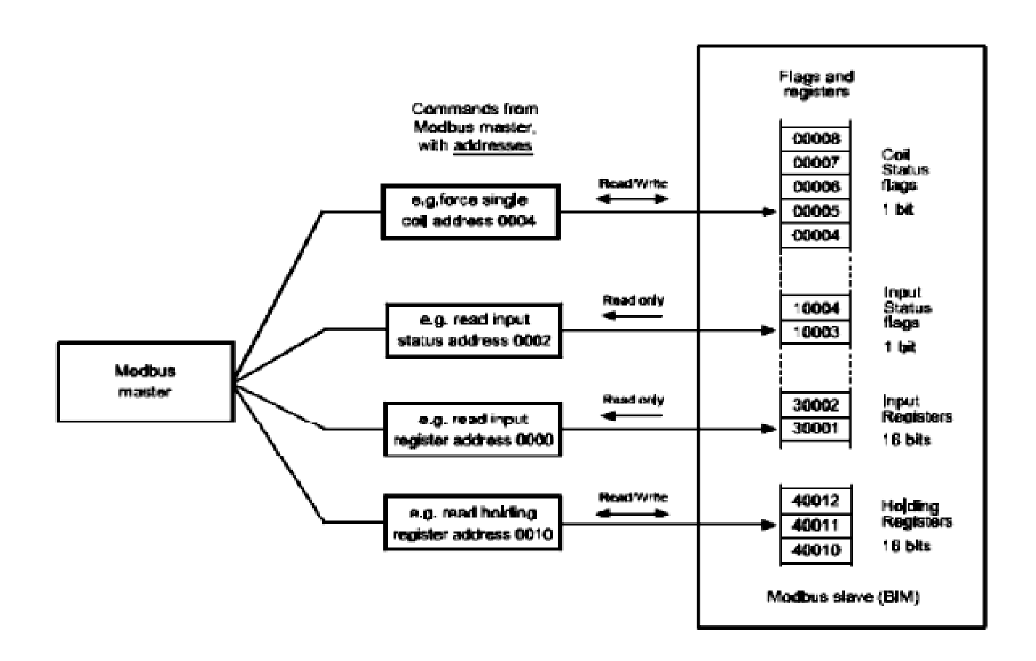
الشكل (2–9) برتوكول اتصال MODBUS

2-8- مفهوم وتسمية ModBus

تم تطوير بروتوكول (ModBus) بالأصل من أجل الاتصال بين أجهزة Modicon، من هنا أتت تسمية هذا البروتوكول هو هذا الغرض.

مفهوم المسجل: يعمل هذا البروتوكول اعتماداً على مسك الطرفيات لبياناتها بسلسلة من مؤشرات الحالة و المسجلات المحددة، تم تفعيل عدد من المؤشرات و المسجلات من أجل الأغراض المختلف، كمثال بت أو عدد من البتات كمداخل أو مخارج.

عنونة و تنظيم المؤشرات و المسجلات: يتم وضع المؤشرات و المسجلات في مجموعات كما في الشكل (2–10).



الشكل (2–10) عملية تنظيم المؤشرات والمسجلات

ليس من الضروري مطلقاً لمصنعي أجهزة ModBus إتباع أرقام المسجلات المعتمدة في أجهزة Modicon، لكن من الأفضل تحقيق ذلك قدر المستطاع.

ملاحظة:

الأوامر التي يصدرها الحاسب السيد متعلقة بمسجلات أو مخارج مستقلة، يستخدم عادة عنوان المسجل أو المخرج و ليس رقم المسجل أو المخرج، ومرجعية عناوين كل البيانات إلى الصفر، بالتالي أول عنصر بيانات يتم عنونته إلى الصفر: المخرج (1) في الطرفية يعنون إلى المخرج (0000) في حقل عنونة البيانات في الرسالة، المخرج 127 في الطرفية يعنون إلى المخرج (007E hex) في عنوان البيانات في الرسالة (126 dec).

- مؤشر حالة مدخل/مخرج (قراءة/كتابة): اعتمد على عنوان (0xxx hex).

- مؤشر حالة مدخل (كتابة فقط): اعتمد على عنوان (1xxx hex).

- مؤشر حالة مدخل/مخرج (قراءة فقط): اعتمد على عنوان (3xxx hex).

- المسجلات (قراءة/كتابة) :اعتمد على عنوان (4xxx hex) [8]

الفصل الثالث

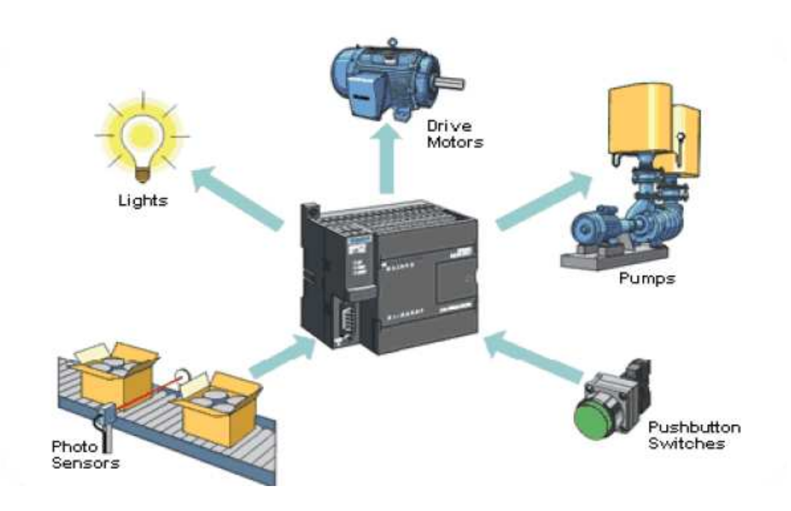
جهاز الـ PLC

3-1- مقدمة

جهاز الـ PLC (Programmable Logic Controller) هو جهاز إلكتروني يحتوي على ذاكرة يمكن برمجتها لتخزين الأوامر والمعلومات لتنفيذ عمليات معينة وقد صمم خصيصاً لاستقبال إشارات الدخل بأنواعها ثم ينفذ العمليات المختلفة طبقاً للبرنامج المخزن بداخله ثم يرسل إشارات للخرج وذلك بهدف التحكم في الآلات أو العمليات الصناعية.

وظيفة الـ PLC هي التحكم في الآلات والعمليات، حيث يقوم بمراقبة المداخل ومن ثم اتخاذ الأوامر بناء على التعليمات المعطاة له وبعد ذلك تنفيذ الأوامر على المخارج.

والعناصر المتصلة بالـ PLC الشكل (3–1) هي:



الشكل (3–1) العناصر المتصلة بالـ PLC

العناصر المتصلة بمداخل PLC مثل: المفاتيح، الحساسات.

العناصر المتصلة بمخارج الـ PLC مثل: المحركات، مضخات، مصابيح.

3-2- أهمية الـ PLC

1 - صغر حجمه.

2 - قلة التكلفة في معظم التطبيقات.

3 - سهولة تغيير طريقة التشغيل بتغيير برنامج فقط دون الحاجة إلى إعادة توصيل مكوناته.

4 - سهولة صيانته ومعرفة الخطأ إن وجد.

5 - نظام مراقبة فوري.

3-3- أنواع أجهزة الـ PLC

يوجد ثلاثة أنواع رئيسية:

1 - أجهزة مدمجة Compact.

2 - أجهزة بطاقات Modular.

3 - أجهزة هجينة Modular + Compact.

3-4- شرح سير الإشارة في المتحكم المنطقي PLC

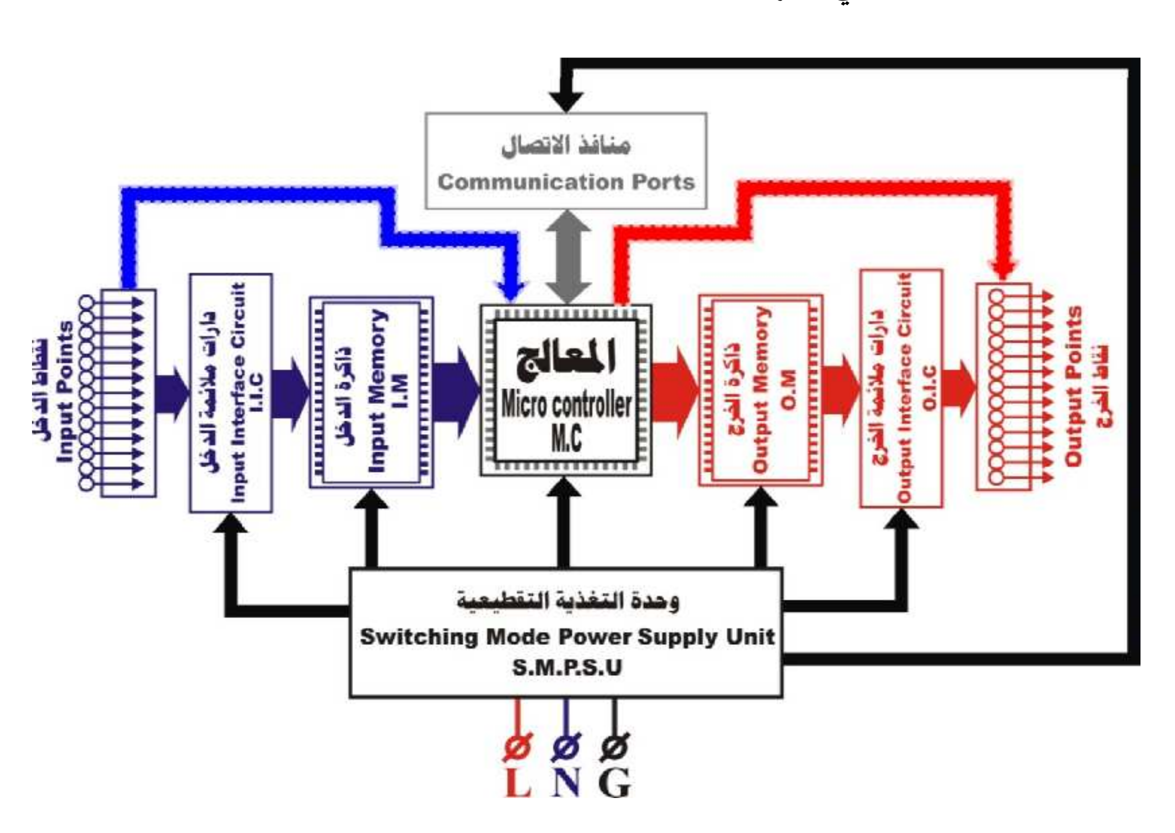
توصل التغذية (power) إلى كل مداخل المتحكم PLC عندما يطبق عليه الجهد المستمر 24Vd.c وهذا الجهد يولد داخلياً بشكل طبيعي من المأخذ الرئيسي (Mains) و يستخدم لتأمين التغذية والوصل إلى كل أجهزة الدخل. يمكن للمفاتيح المربوطة مع خطوط الدخل أن تكون إما من النوع الذي له تماسات (contacts) مفتوحة بصورة طبيعية (normally open) أو مغلقة بصورة طبيعية (normally closed).

وعندما توصل التغذية إلى مدخل التشغيل (Run input) يتم وصل (on) المخارج أو فصلها(off) وفقاً للبرنامج ولحالة المداخل.

يمكن وصل أو فصل أحمال الخرج (output loads) من تماسات حاكمة (relay) أو ترانزستور أو ترياك موجود داخل المتحكم المنطقي PLC، ولكن تستخدم الحاكمات بشكل واسع.

تدعى نقاط توصيل الدخل والخرج على المتحكم المنطقي PLC بالمنافذ (ports)، وهذه المنافذ هي عبارة عن أعداد معينة يمكن تعريفها بشكل فريد ، إذ إن كل مصنع للمتحكم المنطقي PLC يستخدم نظام تعريفه الخاص الذي يعتمد على عدد خيارات الدخل/الخرج.

3-5- المخطط الصندوقي لجهاز PLC



الشكل (3–2) المخطط الصندوقي لجهاز PLC

3-5-1- مداخل المتحكم Inputs:

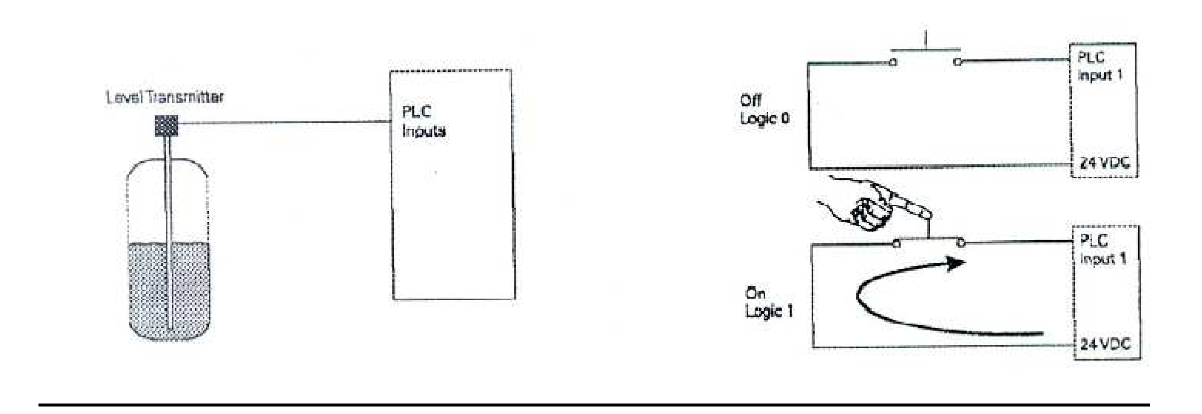
هي عبارة عن الفتحات الفيزيائية التي تربط الجهاز مع العالم الخارجي، فيستقبل إشارات عديدة تزوده بالمعلومات الضرورية عن التغيرات الحاصلة في الآلات.

تصنيفها: تنقسم المداخل في الـ PLC كما في الشكل (3–3) إلى:

المداخل الرقمية Digital Inputs يتم التعبير عنها بحالتين (Off , On) أو (0,1).

المداخل التشاردية Analog Inputs هي مداخل تتغير مع الزمن ولها عدة أشكال قياسيه مثل: 0→20mA , 4→20mA , 0→10V.

أشكالها: تكون هذه المداخل إما مدمجة مع الجهاز نفسه أو مجمعة على شكل بطاقات توسع يمكن إضافتها للجهاز.



الشكل (3–3) أنواع مداخل الـ PLC

تعطى مجالات الجهود للربط مع المداخل كالتالي:

(12-24 Vdc , 100-120 Vac , 10-60 Vdc , 12-24 Vac /dc)

تصنيف حسب اتجاه التيار:

- Sinking (NPN): عند تفعيل الدخل ← التيار سيمر إلى المدخل.

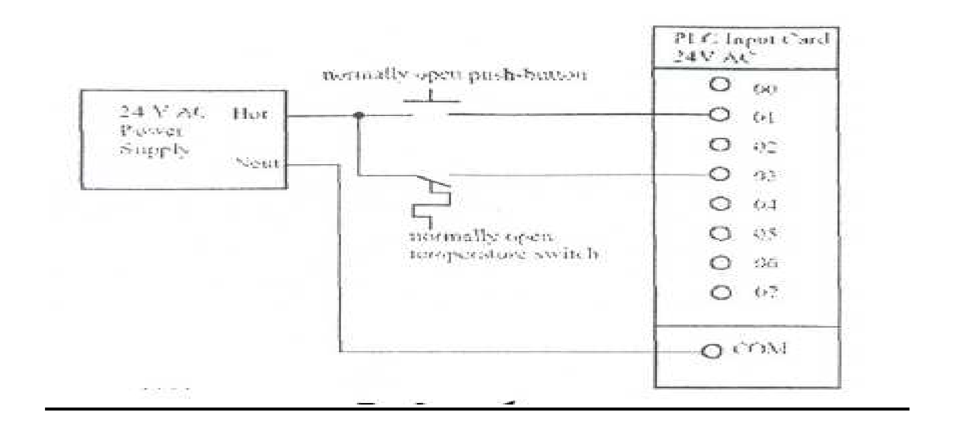
- Sourcing (PNP): عند تفعيل الدخل ← التيار سيصدر عن المدخل للعناصر الخارجية.

ملاحظات عملية:

يجب التمييز بين الخط المشترك Common الذي يجب أن يكون موحداً بين أجزاء الدارة، وبين الأراضي Ground الذي يوصل للهيكل المعدني للأجهزة بغرض تجنب أية صدمة كهربائية.

عندما تكون المداخل على بطاقات توسع، فإنه يجب الانتباه إلى أن بعض هذه البطاقات تتميز أن كل مدخل معزول كهربائياً عن الآخر، وبالتالي سيحتاج كل منها لوصل الخط المشترك.

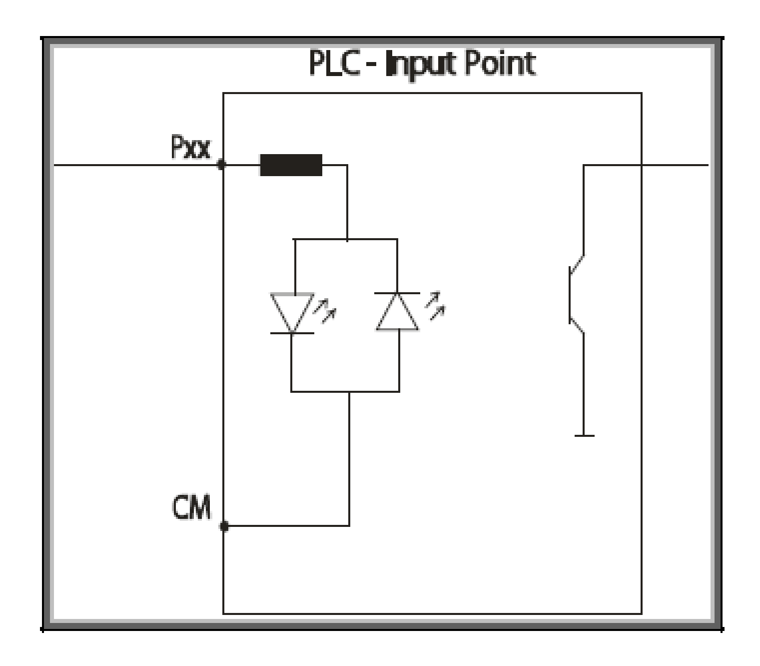
يوضح الشكل (3–4) وصل مفتاحين لمداخل كرت توسع للـ PLC:



الشكل (3–4) وصل مفتاحين لمداخل كرت توسع للـ PLC

3-5-2- دارات ملائمة الدخل Input Interface Circuit:

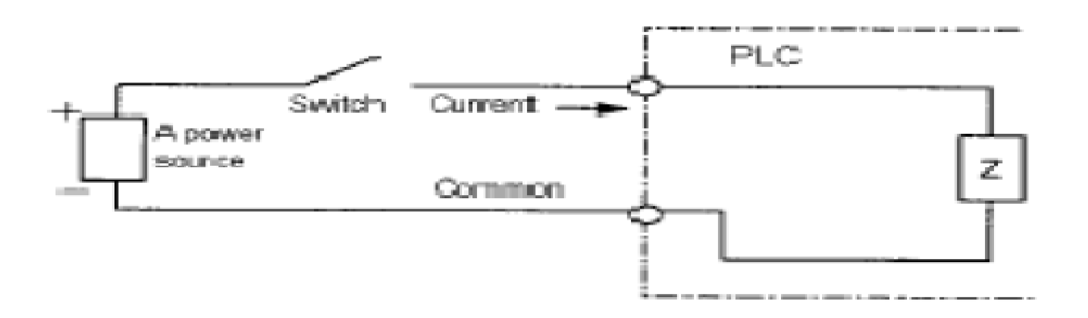
تحتوي هذه الدارات على عوازل ضوئية وظيفتها تأمين وصل الإشارة من الوسط الخارجي للـ PLCإلى الدارات المنطقية الداخلية ضمن الجهاز وبحيث تؤمن تشغيل النمطين المعروفين في دارات الدخل Source ، Sink ولفهم هذه الدارات بشكل أفضل سوف نأخذ الدارة المكافئة لنقطة دخل واحدة الشكل (3-5):



الشكل (3-5) الدارة المكافئة لنقطة دخل واحدة

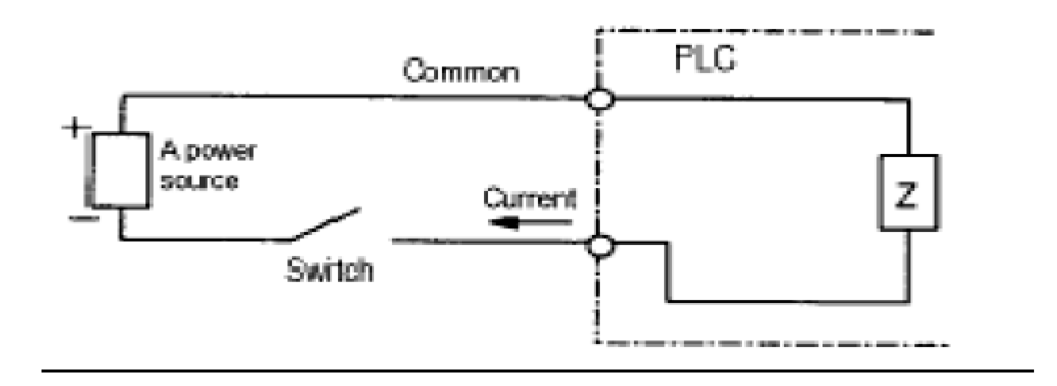
نلاحظ من الدارة المكافئة لنقطة دخل واحدة وجود منطقة عازلة بين الديودات والترانزستور الضوئي ، تسمى هذه المنطقة بحدود العزل Boundary insulating حيث تؤمن هذه الميزة حماية لا يستهان بها للدارات الداخلية لجهاز الـ PLC ضد الإشارات التشويشية الخارجية القادمة عن طريق نقاط الدخل.

أما فكرة الإصدار Source أو التصريف Sink لنقطة الدخل على الـ PLC فتتلخص بنقطة أساسية وهي: دراسة اتجاه مرور التيار عند تلك النقطة بالتحديد وليست عند النقطة المشتركة، فإذا كان المدخل من نوع Sink فهذا يعني أن التيار يدخل إلى داخل الـ PLC عبر هذه النقطة الشكل (3-6) أما المدخل من نوع Source هذا يعني أن التيار يخرج من النقطة إلى خارج الـ PLC الشكل (3-7).



الشكل (3-6) المدخل من نوع Sink

تتلائم مع الحساسات Sinking Input PNP



الشكل (3-7) المدخل من نوع Source

تتلائم مع الحساسات Sourcing Input NPN

3-5-3- ذاكرة الدخل Input Memory

تعتبر ذاكرة الدخل أحد المكونات الهامة والضرورية لعمل جهاز الـ PLC حيث تهيأ هذه الذاكرة مسبقاً ببنية تشبه البنية الطابقية الشكل (3-8) في مبنى متعدد الطبقات حيث كل طبقة من الطبقات يمثل في الذاكرة موقع ذاكري له عنوان محدد متوافق مع رقم الطبقة أما الغرف الموجودة في كل طابق فهي تمثل الخلايا المكونة للعنوان المحدد في الذاكرة ومحتوى كل غرفة من الغرف يمثل الحالة المطبقة للوظيفة المسندة لها بهذه الغرفة.

16 bit = 1 word = 2 byte

وظيفة ذاكرة الدخل بشكل أساسي تسجيل حالة الدخل المناطة به.

وعلى نقطة الدخل تمثل الإشارة كهربائياً إما بوجود توتر أو عدم وجود توتر بينما في عنوان الذاكرة الخاص بتلك النقطة يمكن تمييز حالات منطقية فقط إما (1) وتكافئ وجود جهد على الدخل أو حالة منطقية (0) وتكافئ انعدام الجهد على تلك النقطة، وترتبط الحالة المنطقية لمحتوى الذاكرة ولعنوان ما بشكل رئيسي بدورة المسح لمعالج الجهاز حيث عند تجاوز دورة المسح منطقة قراءة حالات نقاط الدخل وطرأ تغير على نقاط الدخل تلك فإن المعالج في دورة المسح الحالية لن يستطيع بأي شكل من الأشكال تحسس وقراءة تلك التغيرات وبالتالي لا بد من استباق تغير الحالة على المداخل قبل ورود دورة المسح ليتم التعرف على النقاط التي تم تغير حالتها.



الشكل (3-8) البينة الطابقية لذاكرة الدخل

3-5-4- ذاكرة الخرج Output Memory

كما في ذاكرة الدخل فان هذه الذاكرة لا تقل أهمية في الـ PLC عن سابقتها حيث تعتبر الوسيط المنطقي بين نتائج البرنامج التطبيقي ونقاط الخرج الحقيقية، من حيث البنية الالكترونية فإنها تشترك مع ذاكرة الدخل ضمن بيئة الكترونية واحدة متشابهة من حيث التقسيم والعناوين إلا انه يوجد اختلاف وانزياح برقم العنوان. بالرغم من أنها تمتلك نفس الرمز حيث يعبر عنها كما في ذاكرة الدخل بالرمز P ويتحدد حجم وسعة هذه الذاكرة والتي قبلها بالعائلة المستخدمة من أجهزة PLC و بأي فرد من أفراد هذه العائلة. بالنسبة لدورة المسح وعلاقتها بذاكرة الخرج تتشابه تماماً مع علاقتها بذاكرة الدخل.

3-5-5- المعالج

يعتبر من أهم المكونات المشكلة لدارات الـ PLC حيث يتم من خلاله تشغيل دارات ومراقبة جميع الطرفيات المكونة للجهاز ويحتوي المعالج في أجهزة الـ PLC على ما يلي:

آ - وحدة المعالجة المركزية CPU.

ب – ذاكرة RAM (تخزين المعطيات).

جـ - ذاكرة ROM (نظام التشغيل).

د - ذاكرة EEPROM (برنامج التطبيق).

هـ - منافذ I/O منطقية.

و - أقنية I/O تشابهية لبعض الأجهزة.

ز – مذبذبات.

ح – مسجلات.

ط - منفذ اتصال أو أكثر.

ي - عدادات و مؤقتات.

إن جميع البنود المذكورة مدمجة في شريحة الكترونية تسمى المتحكم المصغر (Microcontroller) حيث بوجود تلك العناصر في شريحة يعطي النظام مناعة كبيرة جداً ضد التشويشات بسبب تجميعها في حيز صغير جداً مما يعطيها سرعة هائلة في إنجاز التعليمات.

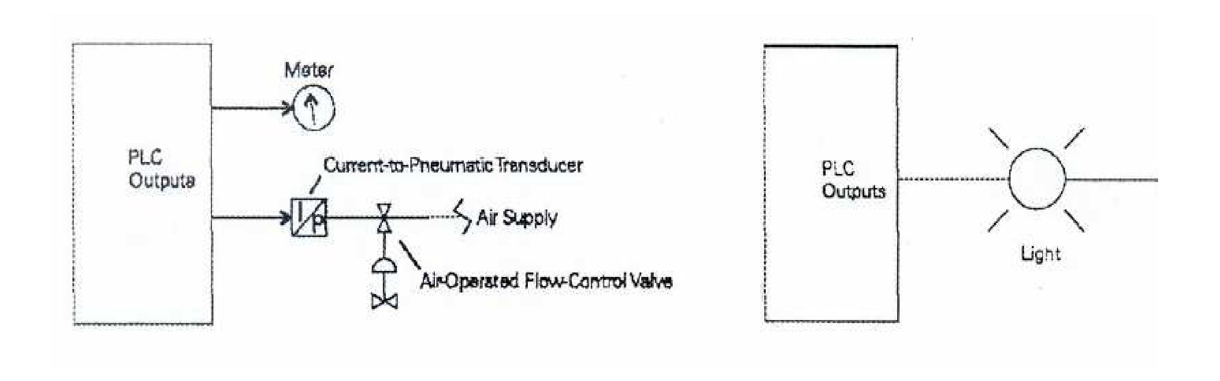
3-5-6- مخارج المتحكم Outputs

تقوم المخارج بربط المتحكم إلى المنظومة الصناعية من خلال اتصالها بعناصر التنفيذ Actuators وأهم هذه العناصر الشكل (3-9):

أ - الصمامات: تربط مع المخارج المنطقية وبواسطتها يتم فتح أو إغلاق أي مجرى للتدفق سواءً كان هوائياً أو هيدروليكياً.

ب - المؤشرات الضوئية: تربط كذلك مع المخارج المنطقية.

جـ - دارات إقلاع المحركات: وتربط مع المخارج المنطقية لتأخذ أمر التشغيل، والسماح ببدء إقلاع المحرك.



الشكل (3-9) عناصر الخرج التي يمكن ربطها مع الـ PLC

أنواع مخارج الـ PLC:

المخارج الرقمية Digital Outputs هي مثل المداخل الرقمية ولكن توصل على مخارج أجهزة الـPLC.

المخارج التشابهية Analog Outputs هي مثل المداخل التشابهية تتغير من قيمه صغرى إلى قيمه كبرى.

مثل: من 0→10 V , 4→20mA , 0→20mA.

و في أجهزة الـ PLC نجد المخارج بإحدى الحالات التالية:

الزاجلة Relay: وتستعمل في حالات الجهود المستمرة والمتناوبة، لكنها رغم ذلك تعاني من عدة مساوئ أهمها: البطء والتكلفة العالية والحجم الكبير والعمر القصير.

الترانزيستور Transistor: يستعمل كمخرج لأحمال DC.

الترياك Triac: ويستعمل كمخرج متناوب لأحمال AC.

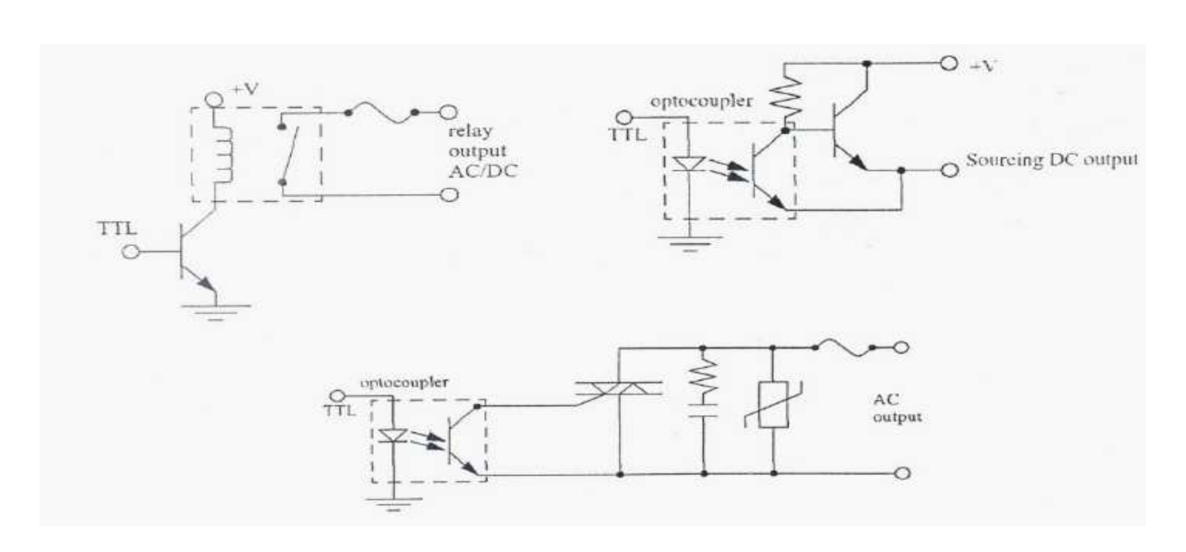
ملاحظة:

تتميز المخارج من نوع ترانزيستور أو ترياك في أنها ذات عمر طويل، واستجابة سريعة لأنها عناصر إلكترونية مصنوعة من مواد نصف ناقلة.

7-5-3- دارة ملاءمة الخرج Output Interface Circuit

تقوم هذه الدارة بتحويل مستوى الجهود من +5v لوحدة المعالجة المركزية إلى مستوى مناسب للأجهزة الموصولة للمخارج.

يوضح الشكل طرق ملائمة الجهد للأنواع المختلفة من المخارج:



الشكل (3-10) طرق ملائمة الجهد لمخارج الـ PLC

3-5-8- منفذ الاتصال التسلسلي

يعتبر هذا المنفذ البوابة الوحيدة لدخول وخروج المعطيات من وإلى جهاز الـ PLC إلى الأجهزة المحيطة الأخرى ويستخدم هذا المنفذ بشكل عام معيار اتصال واحد أو أكثر وغالباً ما يكون RS-232 أو RS-485 أو كليهما و يستفاد من هذا المنفذ بشكل عملي لوصل أجهزة البرمجة أو ربط جهاز الـ PLC مع شبكة من أجهزة المتحكمات المنطقية القابلة للبرمجة. نقطة الضعف الوحيدة في أنظمة الـ PLC هي في هذا المنفذ لأنه لا يوجد حدود أو مناطق عزل فيه ولذلك يجب أخذ الحذر عند التعامل مع هذا المنفذ كونه مرتبط بشكل مباشر مع شريحة المعالج.

3-5-9- وحدة التغذية

وهي من النوع وحدات التغذية التقطيعية و تعتمد في عملها على تحويل التيار المتناوب بشكل كامل إلى تيار مستمر وتخزينه في مكثفات مناسبة ومن ثم تقطيعه وتحويله إلى تيار متناوب متقطع بتردد يتراوح من Khz (50 إلى 200)

ومن ثم تقويمه بمقومات (ديودات) عالية التردد ومن ثم مكثفات للترشيح وحلقة تغذية عكسية لتنظيم جهد الخرج.

إن تردد التقطيع في وحدة التغذية هو Khz (50 إلى 200) تؤمن وحدة التغذية كافة الجهود اللازمة لكل مرافق ودارات جهاز الـ PLC كما تؤمن أيضاً تغذية مساعدة للاستفادة منها في تغذية مداخل الجهاز في حال عدم توفر وحدة تغذية لهذا الغرض وتتميز بشكل أساسي أنها تعمل على مجال واسع من جهد التغذية المتناوب.

3-6- آلية العمل

منهجية نظام التشغيل في أجهزة الـ PLC: الشكل (3-11)



الشكل (3-11) دورة المسح جهاز الـ PLC

3-6-1- قراءة المداخل Read Inputs

يقوم المتحكم خلال هذه المرحلة بفحص حالة كل المداخل المستخدمة، ومن ثم يعكس حالتها إلى مواقع تخزين تدعى النظائر الذاكرية للمداخل، حيث يتم تغيير الحالة للخانات إذا كانت المداخل رقمية أو تضع قيمة رقمية في خلية أو أكثر في حالة المدخل التشابهي.

تعطي الطريقة السابقة سرعة تنفيذ كبيرة للبرنامج، لأن فحص حالة خانة ذاكرية أسهل من إجراء فحص كهربائي شامل للمداخل.

توجد في المتحكمات الحديثة إمكانيات لمسح حالة المدخل خلال تنفيذ البرنامج نفسه، ويطلق على ذلك Immediate Scan Input.

3-6-2- تنفيذ البرنامج Execute Program:

يقوم المتحكم بتنفيذ تعليمات البرنامج واحدة تلو الأخرى بالاعتماد على النظائر الذاكرية للمداخل وعلى أساسها يقوم بتحديث حالة المخارج بطريقة غير مباشرة تتضمن تفعيل خلايا ذاكرية تدعى النظائر الذاكرية للمخارج.

3-6-3- عملية التشخيصات و الاتصالات Diagnostics/Communications

وفيها يقوم الـ PLC بالاستجابة لطلبات الاتصال و إرسال المعلومات المطلوبة منه أو تحديث محتويات الذاكرة التي تعتمد على عمليات الاتصال مع أجهزة أخرى ضمن الشبكة (إن وجدت).

3-6-4- تحديث حالة المخارج Update Outputs

تتم هذه العملية بعد انتهاء تنفيذ البرنامج، حيث تأخذ المخارج حالاتها الجديدة من الخلايا الذاكرية التي تم تحديثها أثناء العمل.

تعتبر دورة العمل للمتحكم Operation Cycle مؤلفة من المراحل الثلاث التالية:

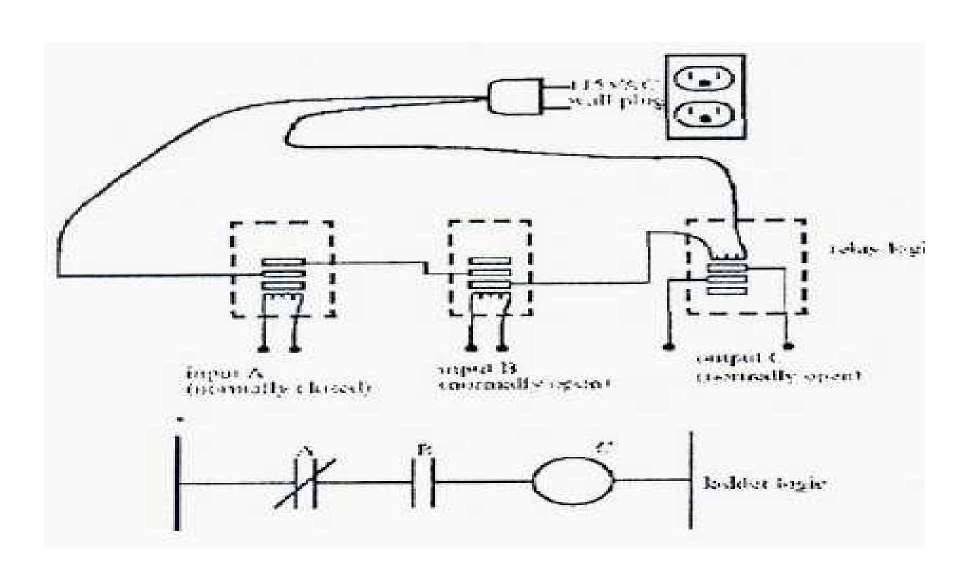
(تحديث المخارج > ---- تنفيذ البرنامج > ---- مسح المداخل)

وتستمر هذه الدورة مادام الجهاز في نمط العمل Run Mode، تستغرق زمناً لا يتجاوز بضعة أجزاء من الألف من الثانية:

3-7- برمجية المتحكمات

3-7-1- البرمجة باللغة السلمية Ladder Programming:

عند ظهور أجهزة الـ PLC كانت هناك مشكلة تكمن في تعليم الفنيين البرمجة، لذلك تم التفكير في ابتكار طريقة لا تبتعد كثيراً عن مخطط توصيل الزواجل التقليدية، فأوجدوا الطريقة التي أطلق عليها البرمجة بمخططات (لادر)، ولاقت هذه اللغة نجاحاً كبيراً لما حققته من سهولة في البرمجة. ويوضح الشكل (3-12) مقدار السهولة في الانتقال إليها:



الشكل (3-12) كتابة البرنامج بلغة Ladder

تتميز هذه اللغة السلمية بأن البرامج الواحدة يتألف من عدة أسطر تقوم بالوصل بين خطين شاقوليين في أقصى اليمين وأقصى اليسار، ولتبسيط الفكرة يمكن أن نتخيل أن التيار الكهربائي يمر من الخط العمودي الأيسر إلى الخط العمودي الأيمن ولن تصل الطاقة لعنصر الخرج الذي نضع رمزه على

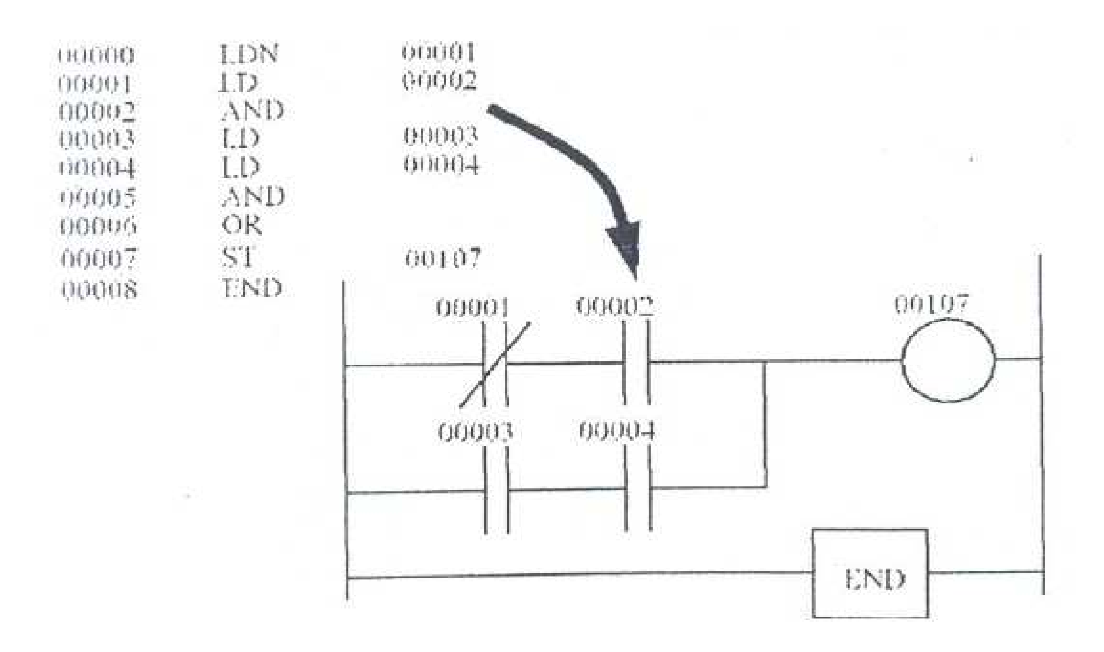
أقصى يمين السطر إلا إذا تم تفعيل ما قبله، لهذا تتمثل البرمجة بوضع شروط التشغيل للمخرج على التتالي أو التوازي لعدد من رموز التماسات التي ستعكس حالة المداخل.

بقيت لغة لادر Ladder Language حتى يومنا هذا هي الأكثر شيوعاً والأسهل بين اللغات الأخرى.

3-7-2- البرمجة بلغة لائحة التعليمات Instruction List Programming

هي إحدى التقنيات المبكرة للبرمجة التي تضمنت كتابة البرنامج بواسطة مجموعة من التعليمات النصية، التي يمكن اشتقاقها بشكل مباشر من مخطط لادر، والمثال التالي يوضح برنامجاً بسيطاً مكتوباً باللغتين الشكل (3-13):

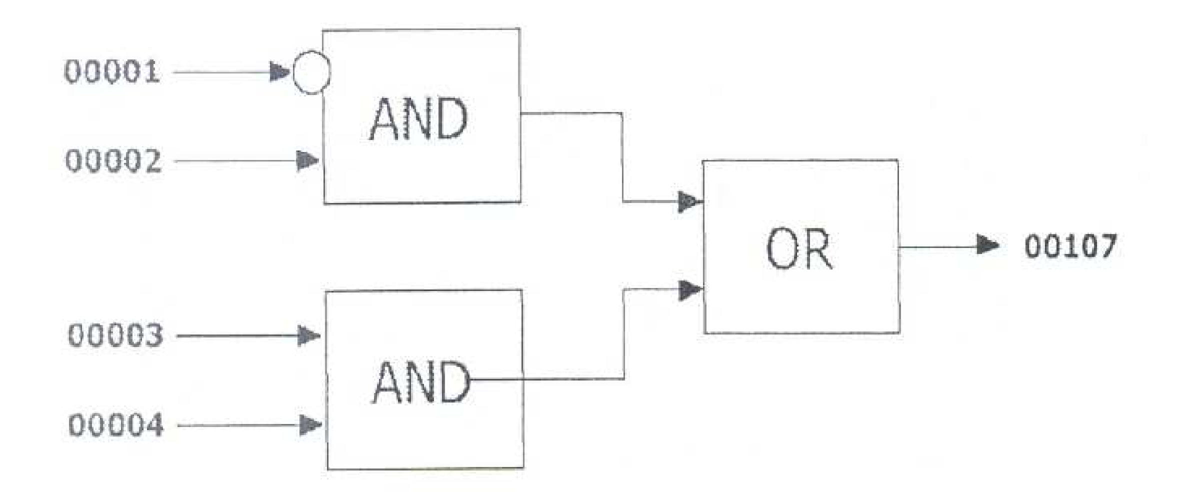
كانت هذه الطريقة سهلة الإدخال للـ PLC عن طريق الوحدات الطرفية، إلا أنها بقيت صعبة بعض الشيء على الفنيين الذين لم يألفوا عالم البرمجة أو حتى عالم الحاسب نفسه.



الشكل (3-13) التحويل بين لغة الـ Ladder ولغة لائحة التعليمات

3-7-3- البرمجة بلغة الصناديق الوظيفية Function Blocks Programming

ظهرت هذه الطريقة لتناسب برمجة أنظمة التحكم المتقدمة، وهي تشبه لحد ما المخططات التدفقية Flow Charts، لكنها تختلف عنها في عدم إتباعها طريقاً واحداً عند التنفيذ بل تعمل على التوازي. يوضح الشكل (3-14) طريقة البرمجة بهذه اللغة للمثال السابق:



الشكل (3-14) البرمجة بطريقة الصناديق الوظيفية

3-7-4- البرمجة بالطريقة النصية البنيوية Structured Text Programming

تم ابتكار هذه الطريقة لتقترب برمجة أجهزة الـ PLC من اللغات العالية المستوى للحاسب، مثل لغتي البرمجة Basic, Pascal والمثال التالي يوضح قطعة برمجية مكتوبة بهذا الشكل:

```
N7:0 := 0;
REPEAT
N7:0 := N7:0 + 1;
UNTIL N7:0>= 10
END_REPEAT;
```

إن الإمكانيات التي يتيحها لنا جهاز التحكم المنطقي PLC واسعة لذا يجب تحديد عدد ونوع المداخل والمخارج التي سوف يتم استعمالها في نظام التحكم وهي تختلف حسب التجهيزة المراد قيادتها ومن ثم اختيار نوع الـ PLC الذي يتلائم مع ظروف التشغيل المحيطة فيه بحيث لا يتم التأثير عليه وفقد التحكم أو تغيير في سرعة معالجة المعلومات أو حتى توقفه.

يتم الاستفادة من جهاز الـ PLC في أنظمة الـ SCADA من خلال مجموعة الإدخال المعطيات الرقمية والتشابهية وإظهارها على واجهات البرنامج ومعالجة هذه المعطيات وأخذ الأوامر من برنامج التحكم SCADA ومعالجة الأمر من خلال برنامجها الداخلي وإخراجها من خلال مخارج الـ PLC إلى التجهيزة المراد قيادتها.

الفصل الرابع

نظام SCADA

4-1- مقدمة

نظام SCADA هو كلمة مكونة من أوائل أحرف من العبارة الانكليزية التالية:

Supervisory Control And Data Acquisition

هو أحد البرامج التطبيقية المستخدمة في عمليات التحكم التي يتم من خلالها تجميع البيانات في الزمن الحقيقي من أماكن بعيدة لمراقبة التجهيزات، والظروف المحيطة، والتحكم بها في الوقت نفسه. ونظام SCADA يحتاج إلى نوعين من التجهيزات بنيوي Hardware والآخر برمجي Software، حيث أن تجهيزات الـ Hardware تجمع المعلومات وترسلها إلى كمبيوتر يحوي مسبقاً على البرمجية الخاصة بالـ SCADA (Software) ثم يقوم الكمبيوتر بمعالجة هذه المعلومات وتمثيلها وعرضها للمستخدم لقراءتها واتخاذ القرار بشأنها، وغالباً ما يقترن استخدام نظام الـ SCADA مع المتحكمات المنطقية القابلة للبرمجة PLC. حيث أن PLC هنا يمثّل المتحكم الذي يقوم بتنظيم المعلومات وإرسالها إلى نظام الـ SCADA.

نظام الـ SCADA هو نظام واسع التطبيق. إنه بمثابة مظلة واسعة تنضوي تحتها حلول لمجال واسع من المسائل الصناعية في مجالات صناعية واسعة، نذكر منها على سبيل المثال وليس الحصر: توليد الطاقة الكهربائية، ونقل وتوزيع الطاقة الكهربائية، وأنظمة التحكم ومراقبة البيئة، والتحكم بإشارات المرور، ومحطات معالجة المياه، وأنظمة النقل العامة، وخطوط الإنتاج في المصانع.

2-4- إمكانيات نظام SCADA

1 - تأمين التحكم المحلي أو المركزي باستخدام صفحات واضحة ومختصرة وقابلة للتحجيم أو التنقل بين الصفحات.

2 - إضافة أزرار تحكم لهذه الصفحات للقيام بوظيفة واحدة أو عدة وظائف.

3 - تصميم حركات مميزة تدل على حالة العمل و الحالة التي هي عليه في المصنع.

4 - إظهار رسائل نصية أو رسومية لإظهار حالة سير العملية أو حالة الإنذار.

5 - تعيين أوامر من لوحة المفاتيح تخص كل الصفحات أو صفحة محددة.

6 - المراقبة والتحكم والدخول وإظهار كل حالات الإنذار وبأشكال متعددة.

7 - تأمين مراقبة الأداء والمردود كما هو باستخدام المنحنيات البيانية و سجلات المعلومات.

8 - إعطاء تقارير زمنية(دورية) وتقارير بالأحداث على شكل ملفات نصية.

9 - مراقبة جودة الإنتاج عن طريق سهولة قراءة البيانات الإحصائية لسير العملية الإنتاجية.

10 - تطوير طبقات متعددة للسرية التي تخول شخص بعينه الدخول إلى مستوى للنظام يختلف عن غيره.

11 - تبادل المعلومات التي تجري على أرض المصنع مع أماكن عمل أخرى من أجل تحليل البيانات أو معالجة البريد (E-Mail) أو للتحكم وتعديل النظام.

من أجل تصميم صحيح لنظام SCADA يجب الإجابة على التساؤلات الآتية:

1 - كيف سيبدو النظام مريح للعامل.

2 - ما هي المعلومات الواقعية و الضرورية (العملية) التي يجب أن تظهر على الشاشة.

3 - ما هي أدوات التحكم للعامل و في أي صفحة توضع.

4 - ما هي الحالات التي يجب أن تؤخذ في نظام الإنذار.

5 - ما هي المعلومات التي يجب أن تدون من أجل عمليات الصيانة و إنجاز أغراض المراقبة.

6 - ما هي التقارير المطلوبة.

7 - ما هي مستويات السرية أو الأمان المطلوبة في النظام في وضع التشغيل.

كل هذه الأمور يجب أن تكون واضحة أمام المصمم قبل أن يبدأ بعمله وهي أمور تفرضها ظروف التطبيق وإمكانيات التطوير وإليك بعض الأمور القياسية أو النصائح العامة في التصميم.

4-3- الأمور القياسية للتصميم

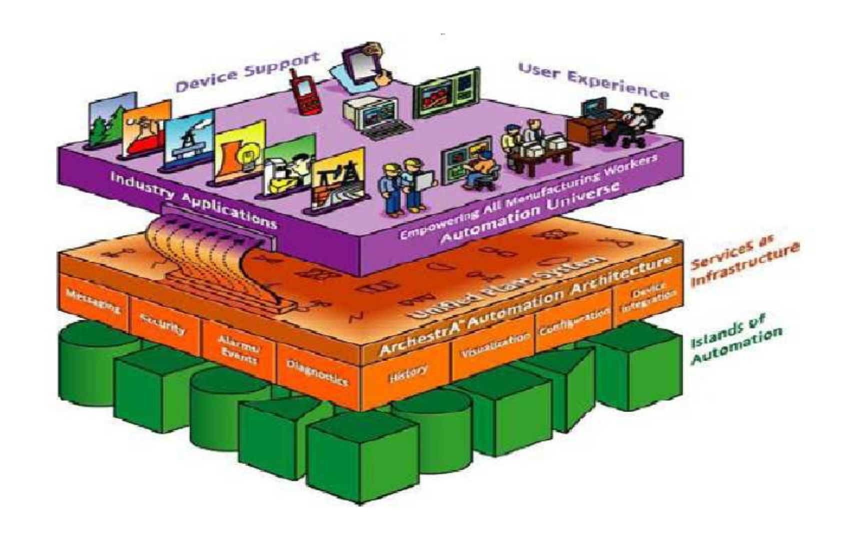
إتباع الخواص القياسية يحافظ على استقرار وقوة التصميم وعلى وضوحه، فالقوة و الوضوح تقلل من زمن تطوير التصميم وتقلل من زمن تعلم العامل على النظام فعليك اختيار مكان مناسب في الشاشة لكل أزرار التحكم ولوحة المفاتيح و ألوان قياسية أو موحدة لإظهار النوع نفسه من الإشارات.

إن استخدام تسميات ذات معنى للصفحات و المتحولات واستخدام الأسماء القياسية سوف:

- يقلل من زمن البحث في قاعدة البيانات.
- يقلل من زمن إدخال المعلومات.
- يقلل الزمن و الجهد في تغيير أو تطوير النظام.

4-4- بنية نظام SCADA

إن ما يميز نظام التحكم والمراقبة SCADA هو هيكليته الفريدة التي من خلالها نستطيع أن نقوم بعملية تحصيل البيانات و معالجتها و ذلك من خلال عدد كبير من أجهزة (الدخل/الخرج) التي يمكن أن تأخذ أشكال متباينة في طريقة تشبيكها لتقدم لنا مع مخدمات متنوعة و متخصصة في أغراض متنوعة، هذه كلها تشكّل لنا نظاماً متينًا يقوم بتحصيل البيانات و يساعد في إجراءات التحكم و اتخاذ القرارات الشكل (4–1) التي بدورها تكون لصالح العملية الإنتاجية برمتها.



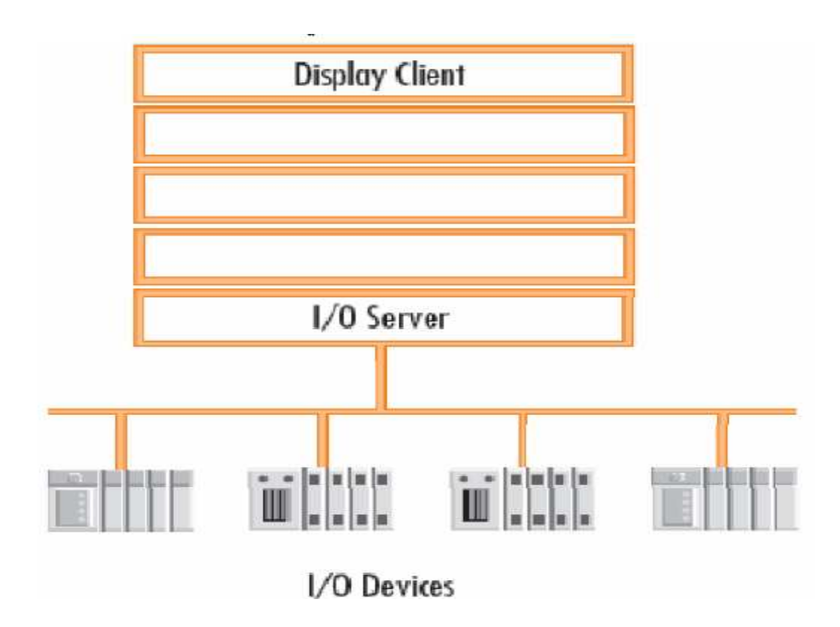
الشكل (4–1) هيكلية نظام الـ SCADA

و لنأتي الآن على توضيح هذه الهيكلية المتميزة حيث أنها تعتمد على فكرة مخدمات رئيسية مع طرفيات تدعى بالزبائن Client-Server Architecture حيث أن كل زوج Client – Server سوف يكون له قواعد من التخاطب و الملائمة (Interface) تختلف عن زوج آخر وذلك حسب المهمة الموكلة لهذا الزوج. و لدينا خمس مخدمات و هي:

communications with I/O Devices, Monitoring Of Alarm Conditions , report type output, Trending , and user display.

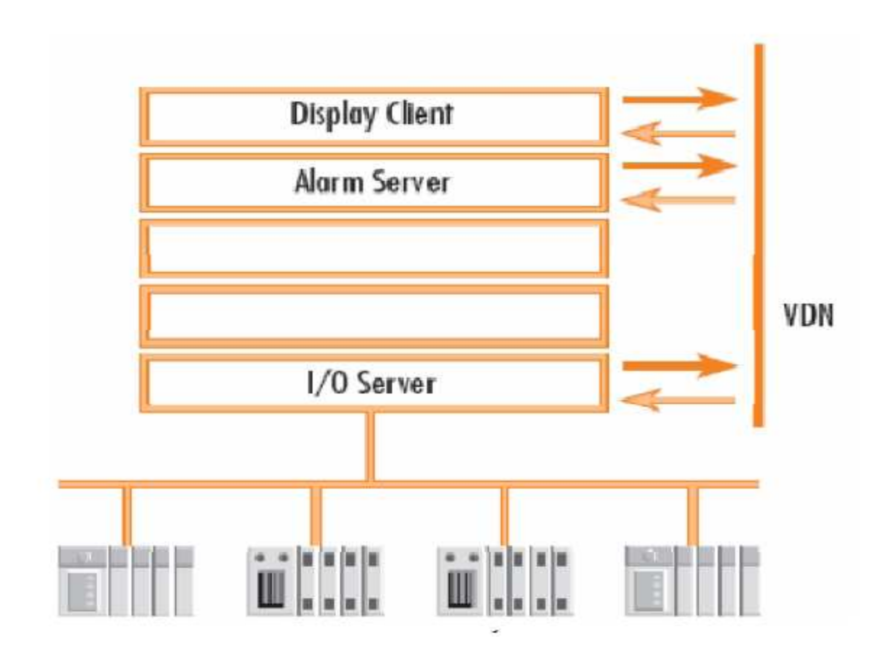
هذا التوزيع بالمهام على المخدمات هو ما يعطي النظام القوة والاستقرار حيث أن أي خلل في أحد المخدمات Servers لا يؤثر على الآخر مع العلم أنه يمكن ربط مخدمات Servers احتياطية لكلٍ من الأنواع السابقة وذلك لزيادة موثوقية النظام.

ولكن هذا لا يمنع من قيام مخدم Server واحد بكل هذه المهام معاً. وهذا ما يحدد عند إعداد وتشكيل نظام SCADA فمثلاً: نظام I/O Server تكون مهمته هي إجراء الاتصال مع أجهزة (الدخل/خرج) نيابة عن المخدمات Servers الأخرى الشكل (4–2). وتجاوزاً يمكن تسميته بالمخدم الرئيسي واعتبار المخدمات الأخرى هي زبائن لديه.



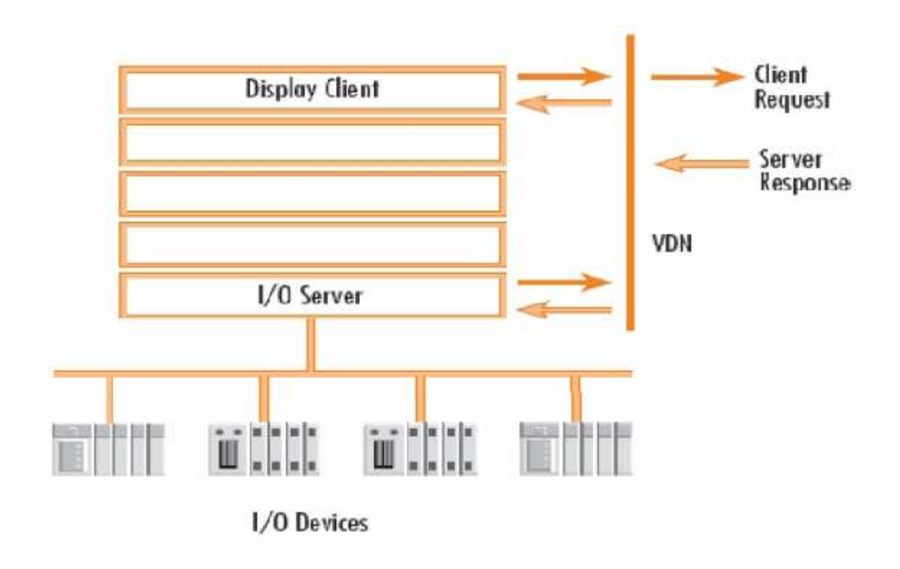
الشكل (4–2) نظام تحكم SCADA مستخدم تقنية I/O Server

أن مخدم الإنذار Alarm Server يجمع ويرتب المعلومات الخامية بعد أن يطلبها من مخدم I/O Server وفي حال صدور لائحة بحالات الإنذار فإن مخدم العرض Display Server يطلب عناوين هذه البيانات من مخدم الإنذار ليقوم بإظهارها للمستخدم كما في الشكل (4–3).



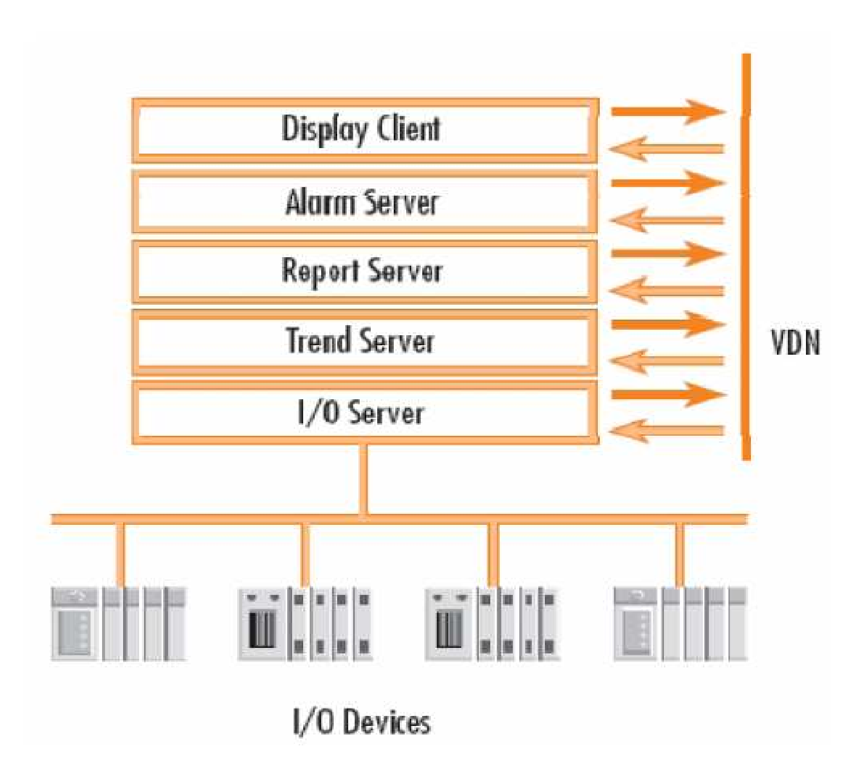
الشكل (4–3) نظام SCADA مع إضافة زبون Alarm Server

وعندما يهم بإظهارها فإنه سوف يطلب هذه المعلومات المحددة من مخدم I/O عندها سيستجيب له I/O Server بتجميع هذه البيانات وتوجيهها وإرسالها إلى Display Client ليقوم بعرضها، الشكل (4–4).



الشكل (4–4) سير الإشارة في نظام التحكم

إن مخدمات Trends and Report Servers تعمل بنفس الطريقة التي يعمل بها I/O Server مع Alarm Server لتؤمن المعلومات لزبائنها الشكل (4–5).

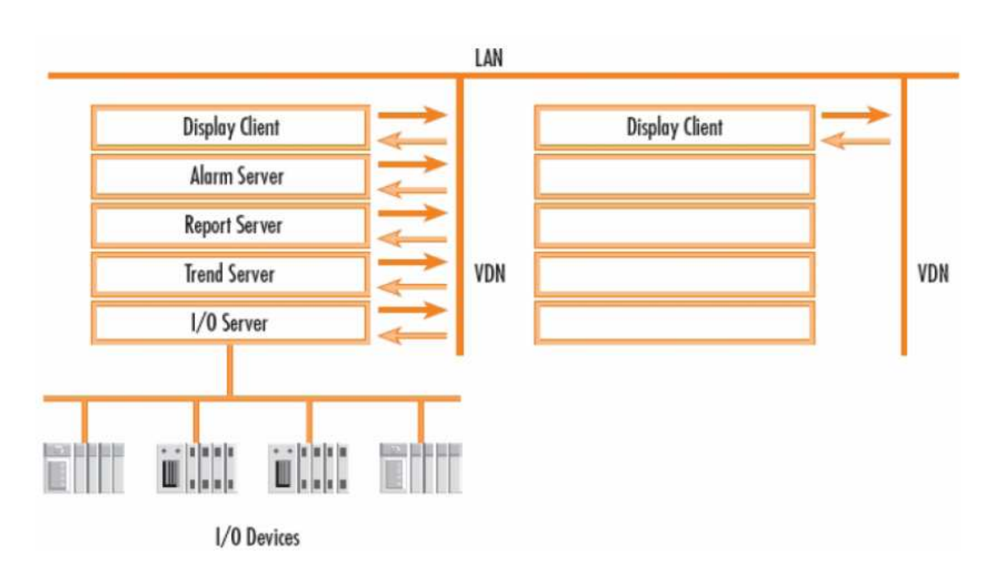


الشكل (4–5) سير الإشارة لنظام التحكم بوجود كل المخدمات التي يمكن وصلها معه

في الحقيقة إن Report Server هو زبون لدى Alarm Server و Trends Server وهو سيقوم بجمع البيانات من هذين المخدمين لإصدار التقارير حسب المعلومات المتوفرة لديه والمسؤولة عنها.

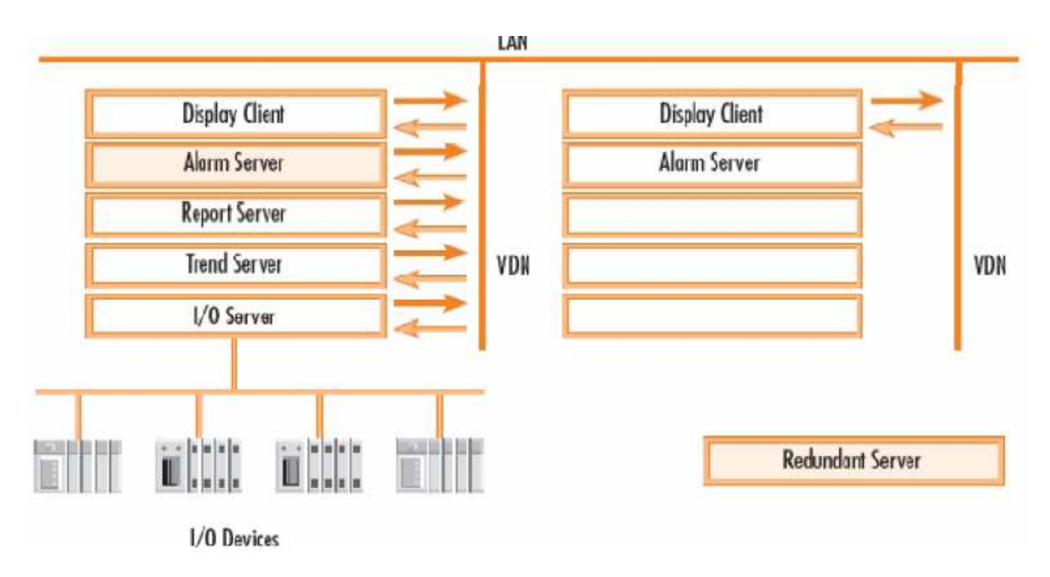
إن المخدمات قد صممت لتدعم عدة زبائن، إن إضافة زبائن جدد للعرض هو أمر بسيط لا يحتاج سوى إلى بضع نقرات على الـ Mouse وذلك ضمن PC الجديد المخصص لهذه المهمة بدون أن يحدث أي تداخل أو تعارض مع النظام القائم لأنه سوف يرتبط مع المخدم Server المناسب لمهمته، وكما هو وارد في الشكل السابق فإننا قد استخدمنا كبل خاص في الترابط يدعى VDN وهو الكبل المشترك بين المخدمات Servers أي أنه صلة الوصل بينها وكذلك مع زبائن العرض.

و لفعالية أكبر لخط VDN يمكن أن يمتد عبر شبكة LAN أي تم وصله إلى شبكة محلية أوسع بدون أن يخسر مهمته الأساسية الشكل (4–6).



الشكل (4–6) نظام تحكم موصول مع شاشة عرض عن طريق شبكة LAN

وإذا كان متاحاً إنشاء مخدم ثانوي فإن نفس البنية يمكن أن تطبق فيه، فعلى سبيل المثال إذا قمنا بإضافة مخدم Alarm جديد فإن هذا المخدم الاحتياطي يكون جاهزاً ليحل محل المخدم الرئيسي في أي لحظة يحصل فيها انهيار المخدم الرئيسي الشكل (4–7). [9] [10]



الشكل (4–7) نظام تحكم موصول مع شاشة عرض ومخدم إنذار

4-5- المرونة في بنية SCADA

4-5-1- المرونة في توزيع المهام

في بداية تصميم النظام ستقسم مهمة النظام إلى خمسة مهام منفصلة كما يوضح في الشكل (4–8):

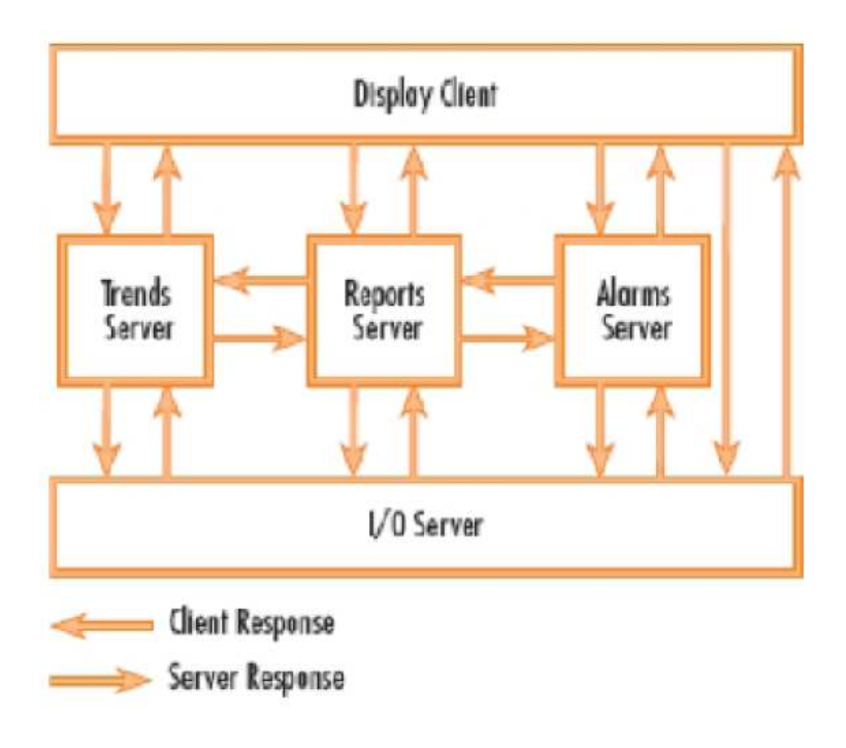
a . I/O: وهي التي تتعامل وتهيئ كل الاتصالات مع أجهزة الدخل و الخرج.

b . Alarm: هي تراقب كل حالات الإنذار سواء كانت تشابهية أو رقمية.

c . Reports: التحكم وجدولة و إصدار كل التقارير حول عمليات التشغيل.

d . Trends: ومهمتها تجميع و تدوين وإصدار منحنيات معبرة.

e . Display: وهي التي تمثّل واجهة التخاطب بين العامل والنظام، وهي تتخاطب مع كل المهام التي قبلها جميعاً من أجل إظهار آخر المعلومات الجديدة وتنفيذ الأوامر.

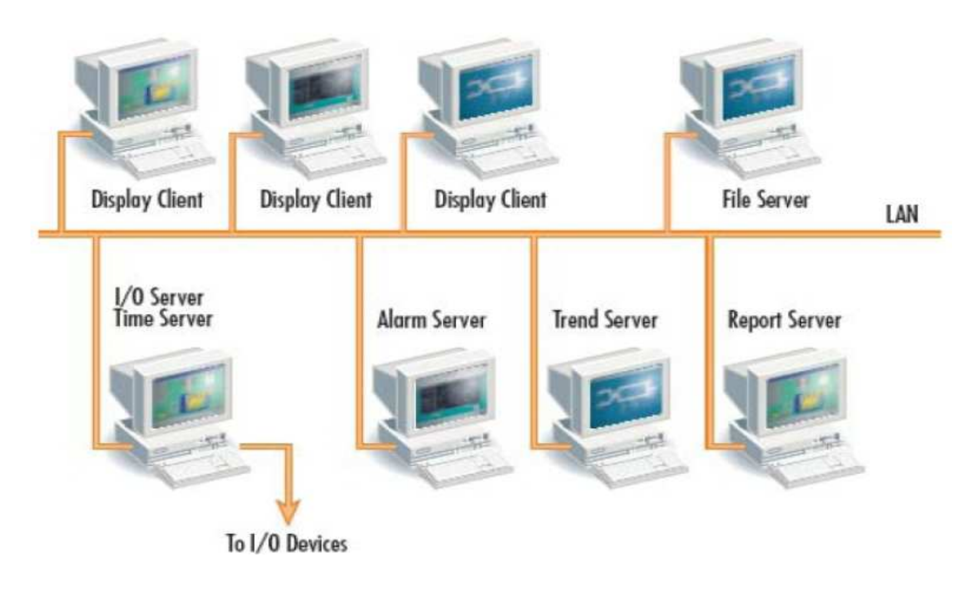


الشكل (4–8) تقسيم مهام النظام

كذلك نستطيع أن نخصص حاسب مركزي كمزود للبيانات، بمعنى أنه مسؤول عن قاعدة البيانات المركزية، عندما نقوم باستخدام أنظمة تشبيك Networked Systems، من الواضح أن وجود قاعدة بيانات واسعة محلية لها فائدة عظيمة، حيث إن إجراء تغيير في مكان واحد (قاعدة البيانات المركزية) سيغني عن إجراء تغييرات في أكثر من قاعدة بيانات، سيتم تحديث هذه البيانات بشكل أوتوماتيكي في أي مكان كانت مرتبطة معها.

وإذا أردت إجراء تغييرات في حاسب ما لوحده دون التأثير في قاعدة البيانات الرئيسية فسيكون بإمكانك عمل ذلك، وكذلك بإمكانك القيام بهذين التأثيرين معاً فالأمر اختياري بالنسبة لك.

بهذا التكوين الذي تم شرحه أصبح من الممكن البدء بنظام SCADA صغير بإمكانه أن يكبر ويتشعب ليقوم بالأداء المطلوب منه، بمعنى آخر تقسيم المهام بين المخدمات وإنشاء قاعدة بيانات مشتركة يتيح لنا زيادة الزبائن التابعة لكل مخدم وذلك حسب درجة تعقيد النظام، الشكل (4–9).

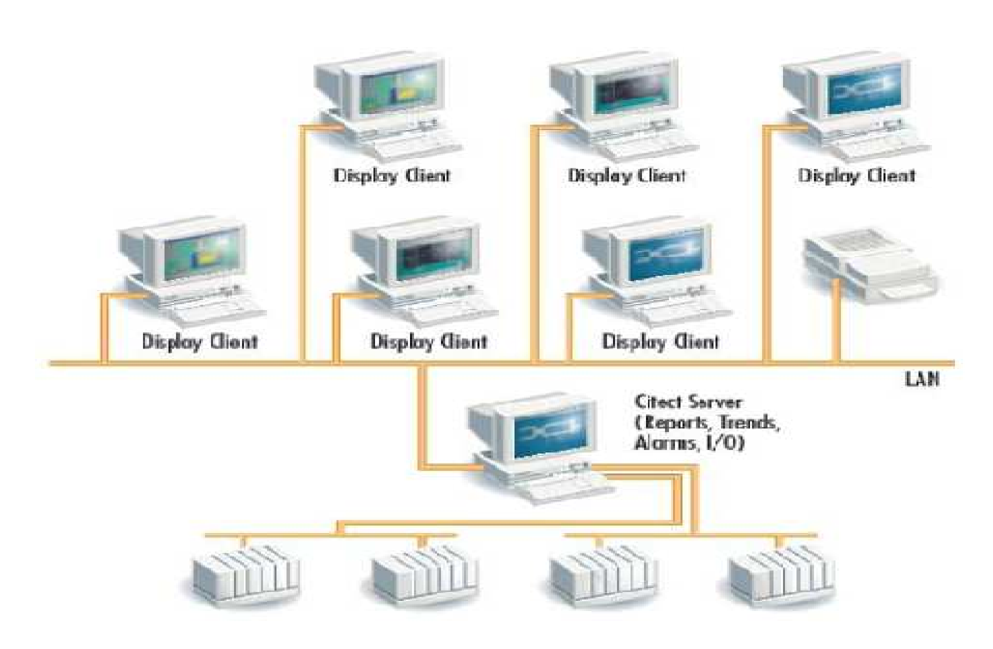


الشكل (4–9) بنية نظام تحكم SCADA

4-5-2- المرونة في زيادة حجم النظام

تعني القوة في التحكم بحجم هذا النظام سواء في الزيادة أو النقصان بدون الحاجة إلى تعديل النبية Hardware أوالبرنامج Software القائم في النظام وهذه القوة عائدة لكون التصميم يعتمد على وجود مخدم زبون Client –Server مما يسمح بإعادة توزيع المهام، ثم إضافة حاسب جديد إلى هذا النظام ولنأخذ على سبيل المثال: إن احتجنا إلى HMI أخرى فكل ما علينا فعله هو إضافة خط شبكة LAN وحاسب جديد وتهيئته كمخدم عرض Client Display وهذا الحاسب الجديد بإمكانه مشاركة زبون العرض الأول بإعدادات وبمعلومات الدخل/الخرج.

و من فوائد إضافة مخدم/ زبون آخر، توزيع العمل على كليهما: فإذا كنت ترى أن الحاسب الأول مشغول دائماً وهذا يعود إلى حجم عمليات المعالجة التي يقوم بها فإنك سوف تبدع بإضافة حاسب آخر يتحمل جزء من المهام نيابة عن الأول، الشكل (4–10). حيث أنه يمكن أن يبدأ النظام بسيطًا ثم يكبر بدون إحداث تغير في الإعدادات، لإضافة محطات جديدة يمكن فقط توصيل هذا الكمبيوتر بالشبكة المحلية LAN ومن ثم تحديد مهمته في النظام وتلقائياً سيقوم بمهمته.



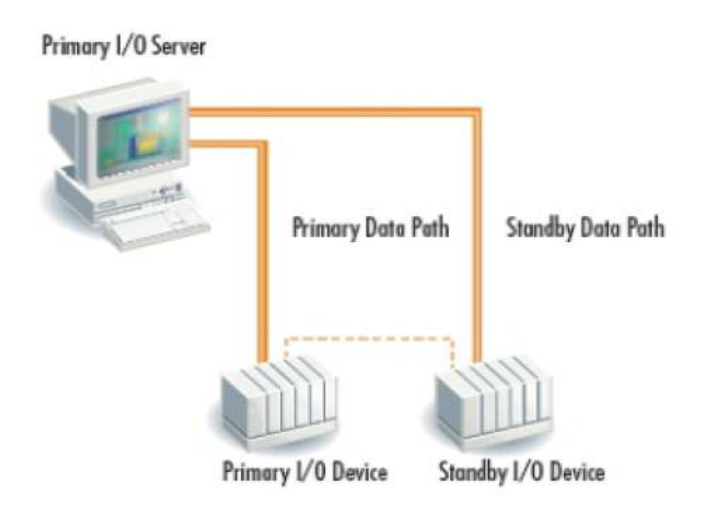
الشكل (4–10) عملية التوسع في نظام التحكم SCADA

4-6- وثوقية النظام

أتمتة المصانع وخاصة في المراحل الحرجة في عملية التصنيع، فإن حدوث انهيار في التجهيزات Hardware يقود إلى خسائر كبيرة في الإنتاج ويدخل العملية في مرحلة خطرة، أما استخدام نظام مؤتمت يعتمد على بنية نظام SCADA فإنه لا يسمح بحدوث فشل في أي مكان من النظام ولا خسائر في المهام أو في الأداء وبالتالي في المال، وهذا يأتي من كون نظام SCADA يدعم وجود تجهيزات احتياطية مستعدة للدخول في النظام مكان التجهيزات الأصلية أو الأساسية وبشكل فوري.

إن حدوث انهيار مخدم ما Server في أنظمة توزيع الطاقة الكهربائية من النظام SCADA سوف لن يمنع متابعة المراقبة و التحكم في هذه الشبكة والتي في زمن قصير جداً يمكن أن تصاب بأعطال مفاجئة وما لذلك من تأثير على كل النواحي الاقتصادية والفنية.

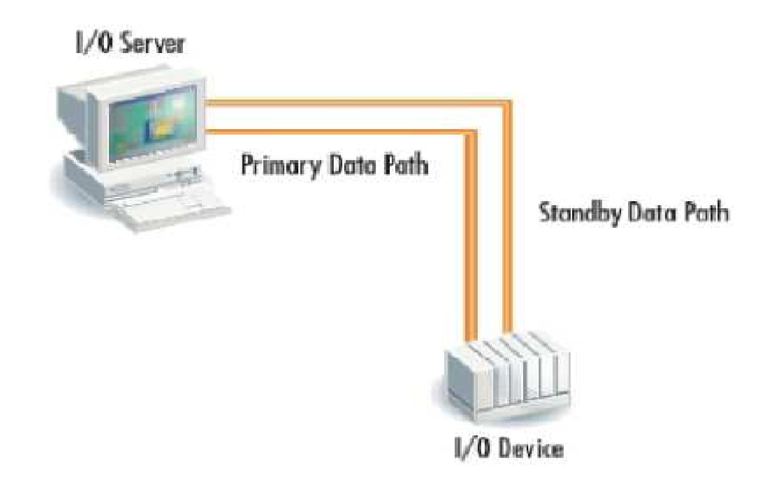
إن مجرد تعريفنا لجهاز على أنه احتياطي Standby وآخر على أنه أساسي فإن نظام SCADA الكامل سيبدل بشكل آلي من واحد إلى الآخر عند حدوث حالات انهيار حيث أننا سنقوم بإعطاء النقطة المرجعية التي عندها سيتم عملية التبديل الشكل (4–11).



الشكل (4–11) إنشاء نظام تحكم مع مجموعة مخدمات واتصال Standby

ولزيادة مقدار الوثوقية في العمل فإن حدوث انقطاع في كابلات الشبكة والتعرض للضجيج الكهربائي والذي لا يمكن توقعه، هي من المشاكل الشائعة في أنظمة الاتصالات، لذلك يمكن استخدام مجموعتين منفصلتين من كابلات التوصيل (تعمل بشكل منفصل) وهذا لكل جهاز (دخل/ خرج) باستخدام هاتين المجموعتين من الكابلات، يمكن تخفيض احتمالات فقدان خطوط الاتصالات وبالتالي تأثر عملية التشغيل برمتها.

تستخدم معظم أنظمة SCADA شبكات LANs لتوصيل أجزائها لكن بعض المشاكل البسيطة مثل عيب في إحدى بطاقات الشبكة يمكن أن يضر بالاتصال. إن استخدام نظام SCADA يتيح دعم متعدد للشبكات وكل ما يجب إجراؤه هو إعداد خطي شبكة LAN أو أكثر، عند انهيار أو حدوث خلل في الخط LAN 1 كما يوضح الشكل (4–12) فإن نظام SCADA سوف يحاول الارتباط بالخط LAN 2 بشكل آلي دون أن يحتاج إلى إعدادات خاصة.



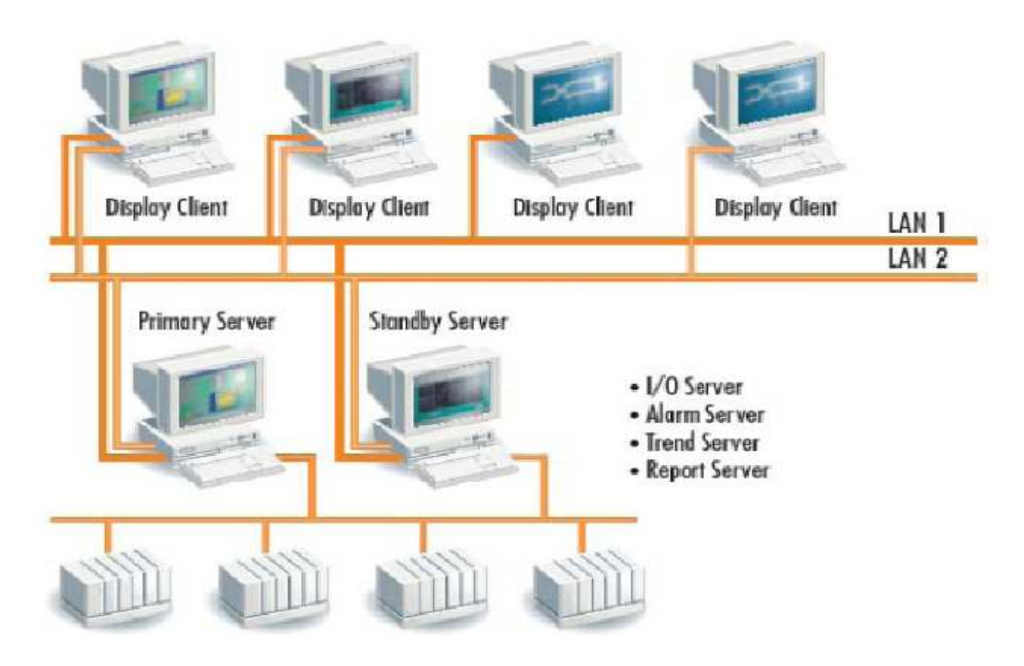
الشكل (4–12) نظام التحكم مع شبكة اتصال Standby

كما أن احتمال تعرض ملفات المخدم للخلل هو أمر غالباً ما يحدث لكن على برمجية SCADA تدعم تعددية أماكن تخزين الملفات حيث أنه إذا حصل خلل في ملفات المخدم Server فإن نظام SCADA سوف يتابع عمله دون تأثر.

هذه البنية التي يقوم عليها نظام SCADA سوف تؤمن مستوى أمان و وثوقية منقطعة النظير و كل مهام نظام SCADA: I/O و Alarm و Trends و Display و Report يمكن أن تكون موضع تشارك من قبل كمبيوترات أخرى في النظام، وهذا يسمح بتوزيع مهام الـ Server على جهازي كمبيوتر في نفس الوقت حيث يكون الأول هو الأساسي والثاني يكون الاحتياطي. إذا انهار الأساسي فإن الاحتياطي يتابع عمل الأول دون انقطاع و دون أي خسارة في البيانات.

وفي حال غياب الأساسي فإن الزبائن وبشكل آلي سوف تتحول إلى المخدم الاحتياطي (البديل) وعندما يصبح المخدم الأساسي جاهزاً فإنه سوف يستعيد مكانه بشكلٍ سلس دون حدوث أي انقطاعات في النظام وكأنه لم يخرج منه، الشكل (4–13).

بفرض أن المهام في الواقع مختلفة عن بعضها فإن نظام SCADA يمكّن المستخدم من وضع استراتيجيات لضمان سير كل مهمة من دون توقف بوجود حاسب بديل لكل حاسب سواءاً كان Trend Server أو Alarm Server



الشكل (4–13) نظام تحكم SCADA

4-7- إمكانية الاتصال عن بعد

إن برمجية SCADA المفترضة تؤمن إمكانية الاتصال عن بعد من خلال شبكة الانترنت وذلك من كمبيوتر PC أو Laptop عند استخدام الانترنت فإن من الأشياء الهامة جداً هي السرية و الأمان العالي.

مخدمات الانترنت تستعمل جدران حماية متقدمة وتشفر بكلمات مرور لتأكيد سرية الدخول على الانترنت فالدخول إلى نظام SCADA بكلمة مرور خاطئة أو برقم خاص لهذا الزبون لا يتناسب مع إذن المخدم، سوف لن يتم.

إن الدخول عبر الانترنت سوف يتيح التشغيل الكامل حيث يمكن استعراض البيانات الآنية وتغيير القيم المرجعية، حتى أنه يمكن الاستعلام عن حالات الإنذار، إن سرعة تحديث البيانات تعتمد على سرعة الاتصال بالانترنت وهذا كله لا يحتاج سوى بضع ثوانٍ مع بعض النقرات على الماوس لإجراء الاتصال.

4-8- عملية الاتصال

للاتصال بالإنترنت يجب تشغيل Client Internet ثم توصيل المخدم Server إلى الشبكة مع وضع وتأمين كلمة مرور ولن تشعر سوى أنك تعيش مع نظامك تماماً حيث أن Internet Client سيقوم بتحميل الصفحات لديه وتحديثها بشكلٍ دوري فيما أنت ستعمل على هذه الصفحات المخزنة و كأنك تعمل عن قرب معها.

وبخلاف تطبيقات HTML فإن Internet Client يأخذ الصفحات الرسومية الحقيقة للمشروع من المخدم و يؤمن التشغيل الكامل للنظام وطبعاً سوف يعتمد مقدار الزمن المطلوب لتخزين الصفحات الرسومية على عدد هذه الصفحات وعلى غناها بالرسومات وحالما يتم تخزين هذه الصفحات فإن Internet Client يستخدم بروتوكول TCP/IP شبكة الانترنت لتحديد معلومات هذه الصفحات.

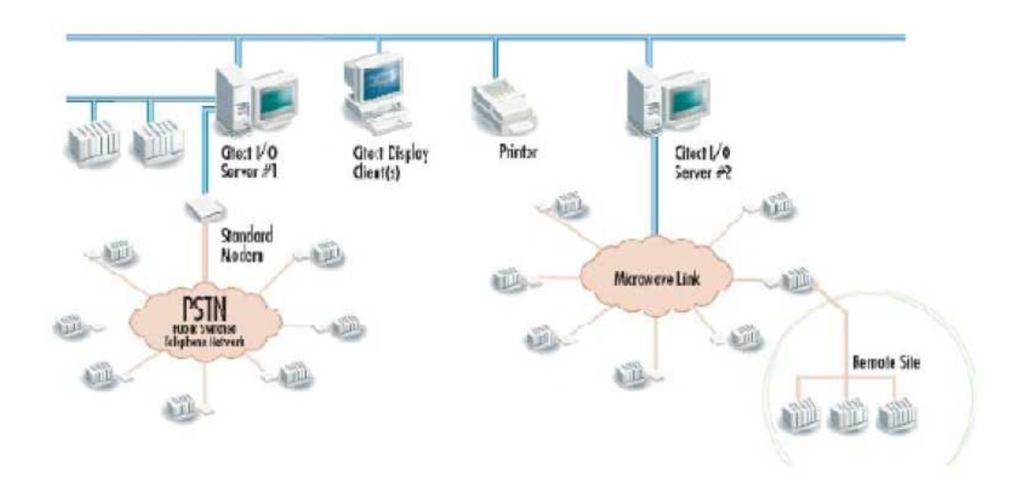
4-9- الترابط مع أجهزة الدخل / الخرج

باستخدام Modem قياسية فإنه يمكننا الارتباط مع أجهزة الدخل/خرج بطريقة فعالة من أماكن بعيدة وبتكلفة قليلة. بهذه الطريقة يصبح بالإمكان إجراء الاتصال مع أكثر من 255 جهاز I/O مخدم Servers

لدعم التطبيقات التي فيها مئات الآلاف من النقاط وهذا متاح عبر تقنيتي

PSTN (Public Switched Telephone Networked) أو Microwave Link .

كما هو مبين في الشكل (4–14).



الشكل (4–14) عملية الاتصال مع I/O Servers باستخدام PSTN أو Microwave Link

لتخفيض تكلفة الاتصال فإنه بإمكان نظام SCADA الاتصال مع أجهزة I/O عندما يطلب المستخدم ذلك حيث إنها ستقوم بتبادل المعلومات و عند الانتهاء ستقطع الاتصال مباشرةً و بشكلٍ آلي.

باعتبار برمجية SCADA تعتمد على بروتوكولات الاتصال التسلسلية الشائعة فإن هذا يؤمن المرونة في الاتصال مع أجهزة PLC أو RTU (Remote Terminal Unit) على اختلاف أنواعها.

والجدير بالذكر في هذا المجال هو صون حالة إنذار في وقت لم تكن فيه متصلة بأجهزة الدخل/الخرج عندها سيكون هناك المقدرة لهذه الأجهزة بالاتصال مع الـ Server و إعلامه بحالة الخطر و عند الانتهاء سيتم قطع الاتصال.

كما أن هذه الميزة المفيدة جداً تكون متاحة أيضاً للمخدم الاحتياطي عندما يتم التبديل بينهما و لن يجعل فقدان للمعلومات و لن يحدث أي تكرار لها بين هذه المخدمات. عند إعداد كل Modem يتم تعريفه بحيث يستخدم للاتصال فقط أو لتلقي الاتصال فقط أو كليهما. [5]

الفصل الخامس

إنشاء نظام الـ SCADA

5-1- مقدمة

يتم من خلال هذا المشروع بناء نظام تحكم SCADA لشبكة النقل الـ 66 KV وشبكة التوزيع الـ 20 KV بالاعتماد على تقنيات البرمجة الحديثة ومواكبة تطور التجهيزات القابلة للبرمجة PLC والمقاييس والحمايات الحديثة وطرائق الاتصال.

يقوم هذا النظام بالمراقبة والتحكم بجميع بارامترات الشبكة ومحطات التحويل على مستويي 66KV و 20 KV من خلال التحكم بكافة قواطع و تجهيزات المحطات وتسجيل الأحداث التي تطرأ على الشبكة والمحطات.

يتألف هذا النظام من مجموعة مراكز فرعية توضع في محطات التحويل الـ 66/20 KV هي مسؤولة عن تشغيل المحطات والتحكم بالقواطع الموجودة فيها وتنظيم البيانات والجداول الخاصة وهي تتبع إلى مركز تنسيق المحافظة الذي ينشأ في مقر شركة الكهرباء أو في محطة التحويل الرئيسية في المحافظة بواسطة شبكة اتصال موثوقة يتحكم مركز التنسيق بالشبكة والمحطات بشكل مباشر أو عن

طريق مخاطبة المراكز الفرعية ويستقبل جميع البيانات والجداول وينظمها بشكل إفرادي أو بشكل تقرير كامل عن وضع الشبكة الواقع تحت إدارته.

2-5- تصميم نظام التحكم لمحطات التحويل

يتم تصميم هذا النظام على محورين:

المحور الأول هو تصميم نظام التحكم ضمن محطات التحويل 66/20 kv

المحور الثاني تصميم نظام التحكم لمركز التنسيق الرئيسي

1-2-5- المحور الأول تصميم نظام التحكم ضمن محطات التحويل 66/20 KV

1-1-2-5- التجهيزات المطلوبة لأتمتة أنظمة عمل محطة التحويل

1 - الأجهزة القابلة للبرمجة PLC ويتم من خلالها:

- إعطاء أوامر الوصل والفصل للقواطع الآلية والسكينية في المحطة عن طريق مخارج الجهاز القابل للبرمجة PLC.
- جمع كافة الإشارات الرقمية Digital عن طريق مداخل جهاز الـ PLC لأنها تعبر عن حالة الخلايا.

2 – المقاييس الإلكترونية الرقمية متعددة الوظائف: يجب استبدال المقاييس التشابهية في المحطة بأخرى رقمية تتيح الربط مع الحاسب عبر منفذ الاتصال RS485 لبيان قيم كافة بارامترات خلايا المحطة وإرسالها إلى الحاسب ليتم معالجتها وإظهارها للمستخدم.

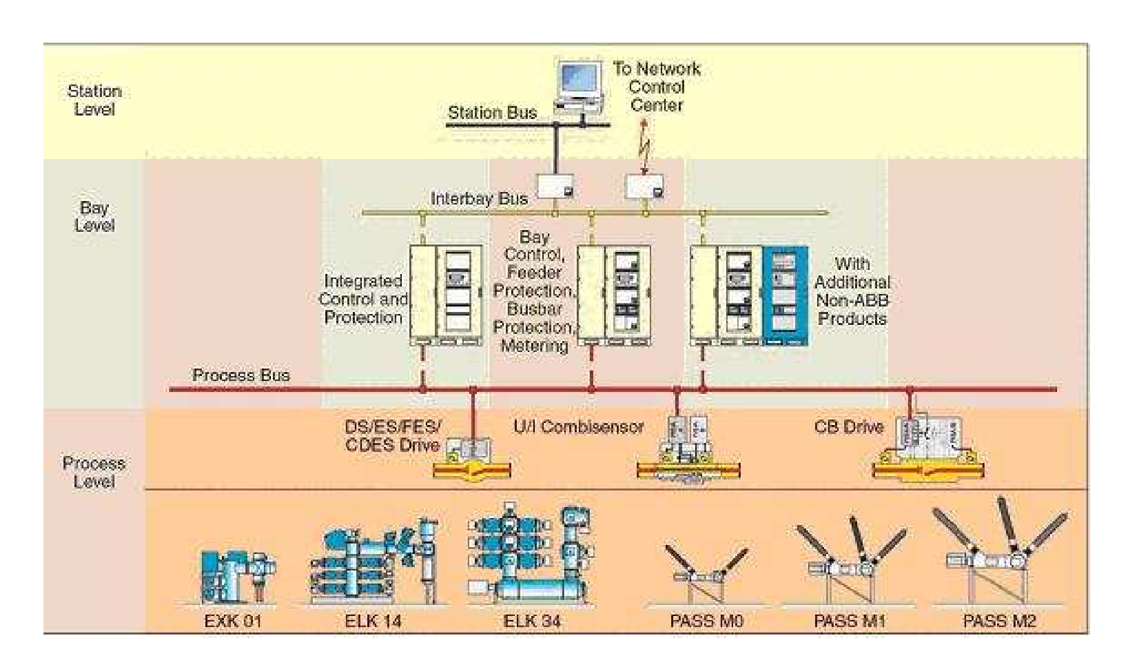
3 - شبكة الاتصال: تقوم هذه الشبكة بربط كل التجهيزات (PLC - مقاييس – حمايات) مع الحاسب عن طريق مجمعات إشارة HUB.

تربط المقاييس عن طريق منفذ الاتصال المخصص لها RS485 أما الحمايات فتختلف طبيعة الاتصال بها حسب منفذ الاتصال المعتمد، يجب الانتباه إلى تجميع إشارات كل 32 تجهيزة مع بعضها البعض إلى مجمع إشارة HUB واحد لأنه لا يمكن وصل أكثر من ذلك وفق برتوكول الاتصال المخصص للـ RS485.

4 - الحواسيب: يجب أن يجهز المركز بحاسبين على الأقل يعتبر الحاسب الأول هو المسوؤل الرئيسي والثاني يبقى في حالة Standby بحيث يدخل الحاسب الثاني في الخدمة في حال فشل الحاسب الرئيسي في أداء مهامه المطلوبة.

الحواسيب هي المسؤولة عن مراقبة عمل كل التجهيزات وإعطاء الإنذار في حال فصل أو فشل إحداها في العمل الموكل إليها أو فشل في إرسال البيانات بالشكل المطلوب.

يتم من خلال برنامج التحكم SCADA بمراقبة البارامترات وإعطاء أوامر التحكم للقواطع الآلية والقواطع السكينية وإظهار رسائل الأعطال والأخطاء لكافة التجهيزات وترتيب كل هذا المعلومات في قاعدة بيانات أما شبكة الاتصال فهي شبكة RS485 تربط المقاييس وأجهزة التحكم PLC. يتم تركيب هذه التجهيزات في المحطة كما هو مبين في الشكل (5–1) بحيث يتم أخذ كافة البيانات المطلوبة للعمل الصحيح للبرنامج.



الشكل (5–1) تركيب تجهيزات نظام الـ SCADA

5-2-1-2- كتابة برنامج الـ SCADA

قبل البدء بكتابة أي برمجية لا بد من التعرف على الخوارزميات التي سوف تعمل وفقها وبدراسة المخططات الكهربائية للمحطات.

5-2-1-2-1- خوارزميات عمل المحطات

بوجود عدد من التجهيزات في المحطة يكون لدينا عدد من الخوارزميات التي يجب استنتاجها وأخذها بعين الاعتبار وهي:

5-2-1-2-1-1- خوارزميات تشغيل القواطع الآلية 20 KV

إن خوارزميات تشغيل القواطع الآلية في صالة 20 KV متشابهة تقريباً مع اختلاف يميز ظروف تشغيلها وقد قمنا بتفسير كل منها بحيث تصبح قابلة للإدخال إلى برمجية الـ SCADA مع العلم أن

جميع هذه الخوارزميات موجودة أصلاً بالمحطة من ضمن المخططات، لكن يتم أيضاً وضعها مرة أخرى لمعرفة أسباب عدم استجابة القاطع للأمر المعطى أو حالة العطل لحظة وقوعها.

1 – خوارزمية تشغيل القواطع الآلية لمخارج 20 KV

إن التحكم بالقواطع الآلية هو عبارة عن عملية الفصل والوصل يتعلق أمر الوصل بمجموعة من الإشارات الموجودة في الخلية وهي وضعية القاطع (بالخدمة أو خارج الخدمة) والتحكم بالقاطع عن بعد عن طريق البرنامج أو التحكم بالقاطع بشكل محلي (مفتاح Local/ Remote) بالإضافة إلى دارات الإقفال (Interlooking) التي تمنع وصل القاطع بسبب وجود مشاكل داخلية ضمن الخلية وبالتالي تجنب المشاكل، وتختلف دارات القفل حسب موقع القاطع بالنسبة لأقفال مخرج 20 KV وهي:

أ – إقفال الأرضي.

ب – إقفال نقص الغاز.

جـ - إقفال شحن النابض.

د – إقفال تحرير الحماية.

الشكل (5–2) يوضح الخوارزمية التي تعمل بها القواطع الآلية للمخارج في حالة الوصل

أما عملية فصل القاطع فنجد أن أمر الفصل يكون إما من الحماية أو عن طريق عمال المحطة، فصل حجز، أو تقنين والشكل (5–3) يوضح الخوارزمية التي تعمل القواطع في حال الفصل.

2 – خوارزميات تشغيل قاطع المكثف

يعمل القاطع الآلي لخلية المكثفات سواء كانت المجموعة الأولى أو المجموعة الثانية بنفس ظروف تشغيل قاطع المخرج مع وجود اختلاف واحد هو أن نبضة الوصل والفصل يمكن أن تكون عن طريق جهاز تنظيم عامل الاستطاعة الآلي الشكل (5–4) والشكل (5–5).

3 – خوارزمية تشغيل قاطع كوبلاج 20 KV

لا يوجد اختلاف في عملية فصل القاطع الآلي لكوبلاج 20 KV عن عملية فصل المخرج، أما الاختلاف بالنسبة لعملية الوصل هي إلغاء إقفال الأرضي الشكل (5–6).

4 – خوارزمية تشغيل قاطع وصول 20 KV

يعتبر قاطع الوصول ذو أهمية كبيرة في محطة التحويل الكهربائية لأنه يقوم بفصل التغذية عن كامل المخارج الموصولة معه وبالتالي انقطاع التيار الكهربائية عن مناطق كثيرة وعدد كبير من

المشتركين بالإضافة إلى ارتباطه مع خلية المحولة 66 KV حيث أنه يفصل في حال عمل حمايات قاطع المحولة أما كآلية عمل فهو يعمل بآلية عمل قاطع المخرج نفسها.

يوجد أحياناً بعض دارات الإقفال الإضافية على الوصول مثل عدم وصل القاطع إلا بعد وصل قاطع المحولة 66 KV أو الوصل والفصل مع وجود المخارج بالخدمة يمكن إضافتها على البرمجية من أجل زيادة الوثوقية وأخذ معلومات أكثر عن عمل القاطع.

5-2-1-2-1-2- خوارزميات تشغيل خلايا 66 KV

1 – خوارزمية تشغيل خلية محولة

تتألف خلية المحولة من قاطع المحولة و قاطعين سكينين للبار كل منها له ظروف وصل وفصل مختلفة وتكون آلية عمله كما يلي:

آ – قاطع المحولة

لا تقل أهمية هذا القاطع عن قاطع الوصول إلا أنه يعتبر ذو ميزات إضافية فهو قاطع آلي ليس له حركة بالخدمة أو بوضعية الاختبار في عملية الوصل وهو حال جميع القواطع الآلية في ساحة توتر 66 KV. وتكون خوارزمية عمله عبارة عن نبضة وصل تمر من خلال مفتاح تحديد وضعية قيادة القاطع الآلي ومن ثم إلى تحديد احتمال وجود إقفال للقاطع.

تكثر دارات إقفال القاطع الآلي 66 KV وبالنسبة لقاطع المحولة فتتعلق دارات إقفاله إما مع القواطع السكينية للخلية (أحد القواطع السكينية في وضعية حرجة) أو خلية الوصول 20 KV (الأرضي في خلية الوصول بالخدمة) أو مع تحرير حمايات الخلية (الكهربائية أو الميكانيكية) أو مشاكل داخلية ضمن القاطع الآلي نفسه (ضغط الهواء - نقص الغاز) الشكل (5–7).

كما يتلقى أمر الفصل من حمايات المحولة الكهربائية (التفاضلية – حماية زيادة التيار – حماية الأعطال الأرضية – حماية جسم المحولة) أو الحمايات الميكانيكية (بوخولز المحولة الرئيسية– بوخولز المحولة المساعدة – حرارة الملفات). يمكن وضع ميزة الفصل لدى محاولة وضع الأرضي في خلية الوصول عن طريق تماس موجود في خلية الوصول والتي تحدث نتيجة عدم خبرة عامل المحطة مع وجود اقفالية على أمر الفصل في حال كان أحد القواطع السكينية في حالة حرجة الشكل (5–8).

ب – القواطع السكينية لبارات المحولة

تكون عملية وصل أو فصل القواطع السكينية لبار المحولة مرتبطة مع بعضها ومع القاطع الآلي والقواطع السكينية لأرضي المحولة لها (إن وجدت) وقاطع الآلي لكوبلاج التوتر 66 KV

وتتم عملية الوصل والفصل قاطع المحولة السكيني في حال كان القاطع الآلي مفصولاً وقاطع البار السكيني الثاني مفصولاً أيضاً أو في حال قاطع الكوبلاج الآلي 66 KV و قاطع البار السكيني الثاني موصولين والقاطع السكيني الثاني للمحولة يعمل بنفس الطريقة الشكل (5–9).

2 – خوارزمية تشغيل خلية الخط

آ – القاطع الآلي لخلية الخط

لا تختلف عملية وصل القاطع الآلي للخط عن عملية وصل القاطع الآلي للمحولة، والاختلاف هو في عملية الفصل حسب أنواع الحمايات التي تقوم بفصله، والحمايات التي تقوم بفصل القاطع الآلي للخط هي الحماية المسافية والحماية من التيار الزائد والأعطال الأرضية.

ب – قواطع البارات السكينية لخلية الخط يعمل أيضاً بنفس مبدأ عمل قواطع بارات المحولة السكينية.

جـ – قاطع الخط السكيني تكون عملية وصل وفصل القاطع السكيني للخط في حال القاطع الآلي مفصول وقاطع تأريض الخط السكيني أيضاً مفصول كما هو موضح في الشكل (5–10).

د – القاطع السكيني لتأريض خلية الخط هي عملية بسيطة لا تختلف عن عملية وصل وفصل قاطع الخط السكيني إلا في وجود دارة الإقفال لعدم وصل القاطع السكيني لتأريض الخط في حال وجود توتر، مرسل من الطرف الثاني للخط يوضح الشكل (5–11) آلية (فصل- وصل) قاطع تأريض الخط السكيني.

3– خوارزمية تشغيل خلية الكوبلاج توتر 66 KV

آ – القاطع الآلي لخلية الكوبلاج 66 KV

يرتبط عمل قاطع الكوبلاج الآلي بقواطع خلية الكوبلاج السكينية وبالقواطع السكينية لكل المحطة، يجب أن يكون قاطعي البار السكينية في أي خلية 66 KV موصولين لكي تتم عملية الوصل أما بالنسبة لعملية الفصل فهي تشبه عملية فصل قاطع المحولة الآلي، لكن تقتصر الحمايات على حماية زيادة التيار الشكل (5–12).

ب – قاطع بارات خلية الكوبلاج السكينية: لا تختلف عمل قواطع البارات السكينية في خلية الكوبلاج 66 KV عن قواطع البارات السكينية في خلية المحولة لذلك يتم إتباع الخوارزمية نفسها.

جـ – قاطع تأريض خلية الكوبلاج السكينية لا يختلف عن عملية وصل وفصل قاطع التأريض السكيني في خلية الخط مع دارة إقفال عدم وصل أي سكين بار بالنسبة لأي خلية من خلايا 66 KV.

5-2-1-2-1-3- خوارزميات المحولة

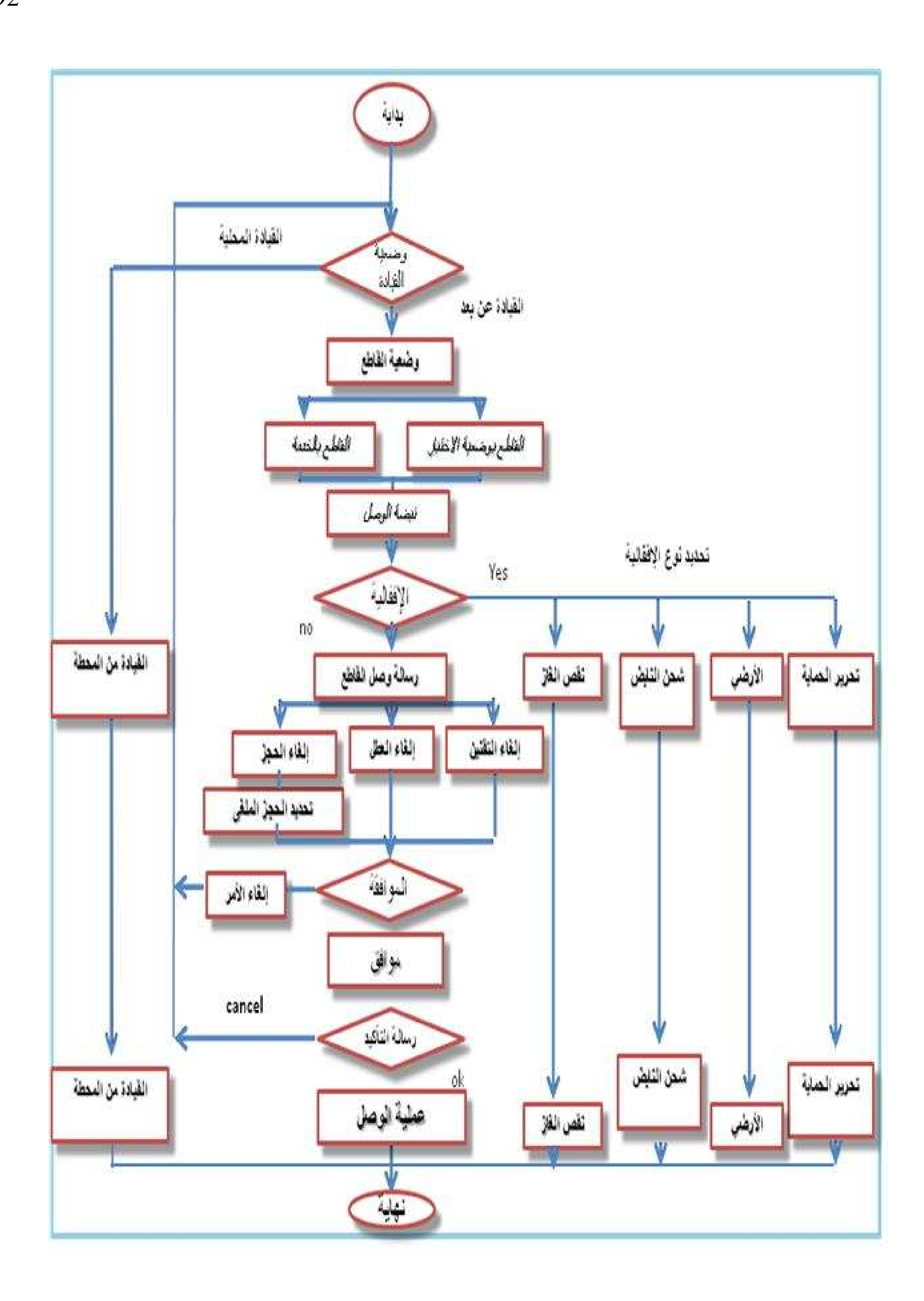
1 – خوارزمية تشغيل منظم المحولة

إن مهمة منظم المحولة هو المحافظة بشكل دائم على التوتر الخرج لها على قيمة 20 KV ± 5% لذا فهو يقرأ قيمة التوتر من المقياس متعدد الوظائف في خلية الوصول ويقوم بعملية رفع في حال كان التوتر أقل وعملية خفض في حال كان التوتر أكبر من الحدود المسموحة.

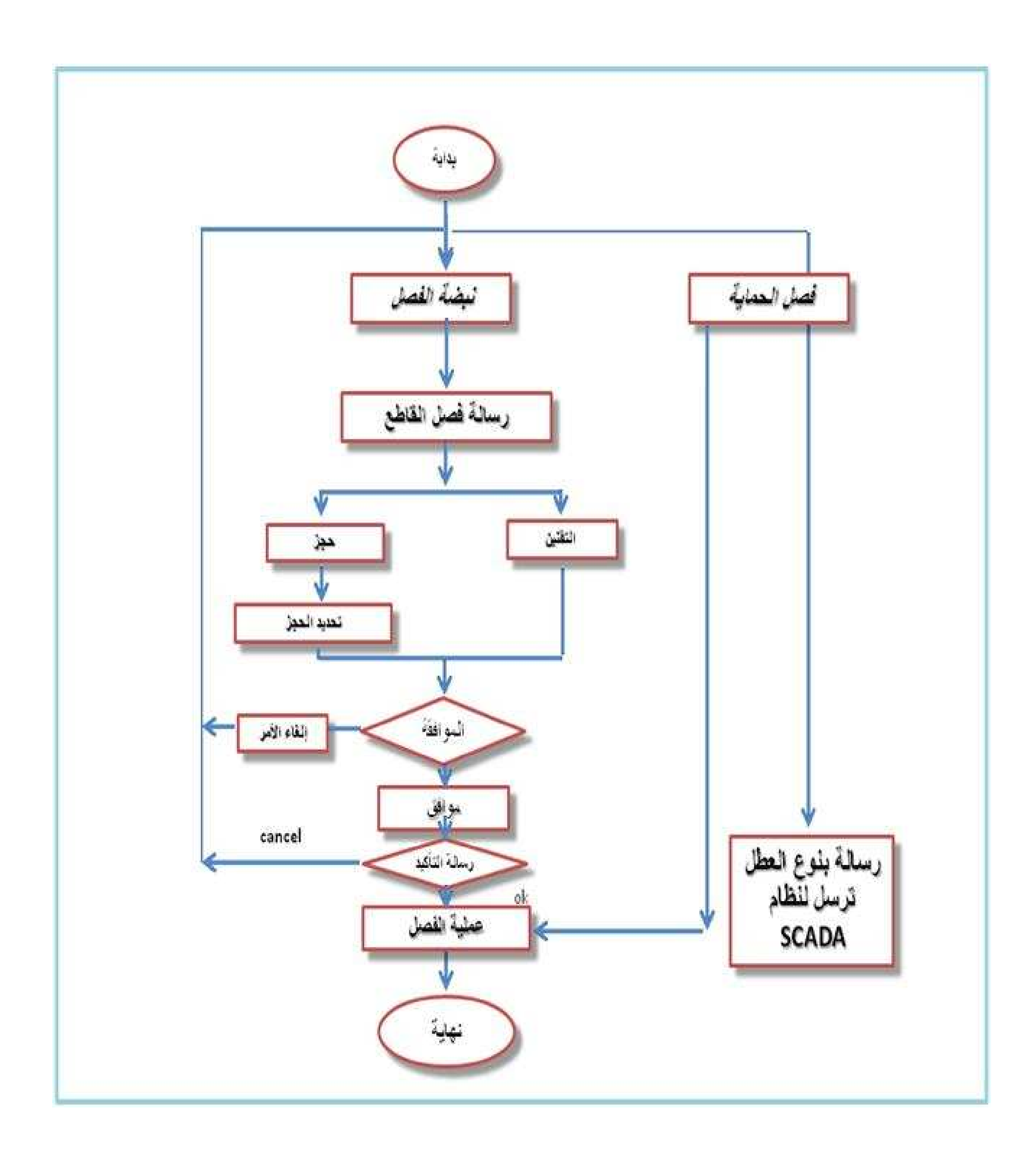
قمت بإضافة ميزة مقارنة مع توتر الدخل للمحولة 66 KV وذلك في حال حصول خلل في عمل مقياس خلية الوصول لتجنب قيام المنظم بعملية رفع أو خفض دائمين في حال وصول قيم خاطئة، ويمكن عن طريق برمجية التحكم SCADA القيام بالتحكم اليدوي أو الآلي بعمل منظم المحولة.

2 – خوارزمية تشغيل مراوح المحولة

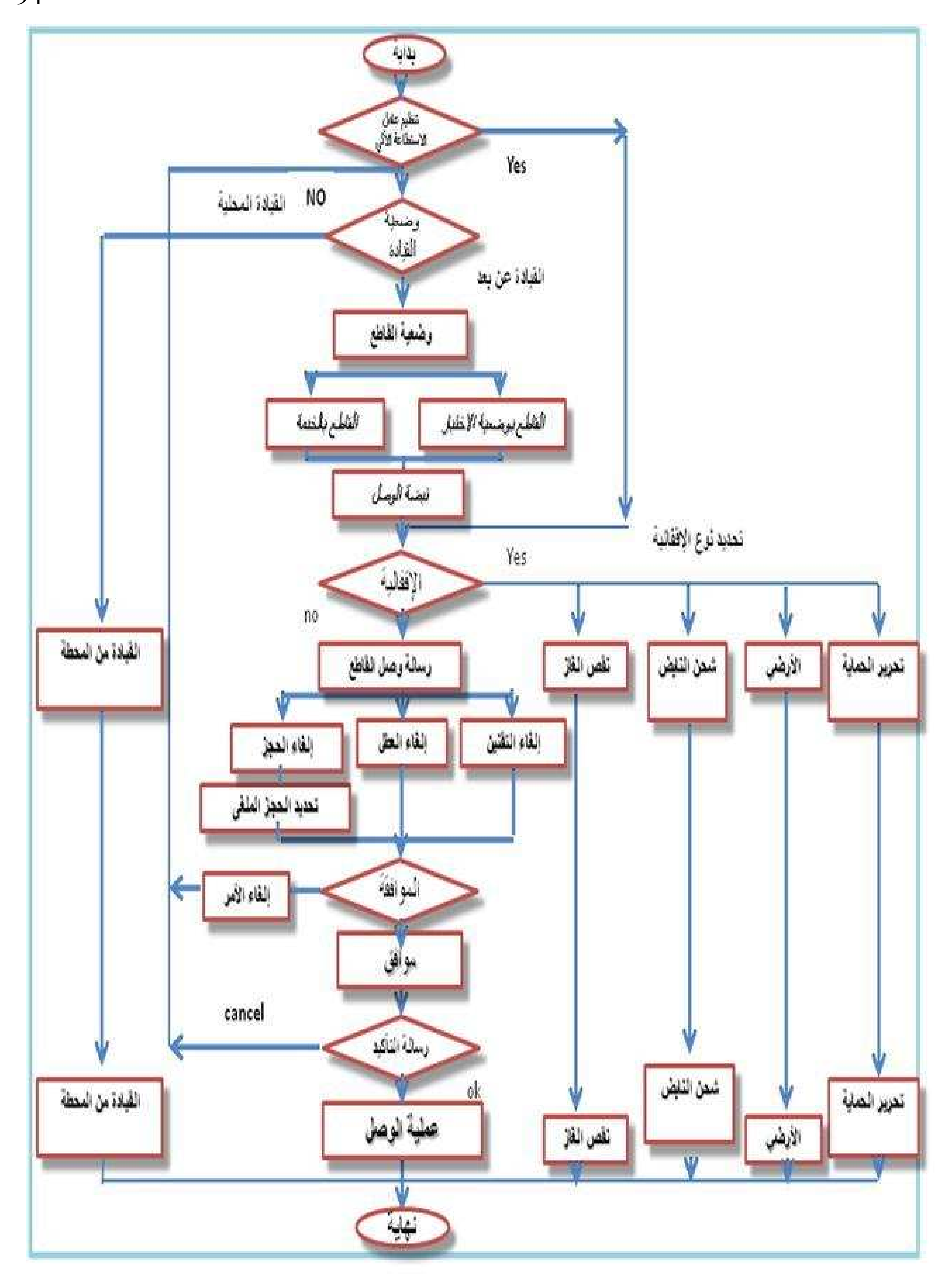
تعمل مراوح المحولة على خفض قيمة حرارة المحولة من خلال عملية تبريد الزيت بالهواء، يرتبط عمل هذه المراوح بقيم حرارة الملفات وحرارة الزيت وتعمل على مراحلتين أو ثلاث مراحل حسب نوع المحولة وتوصيلاتها. [11]



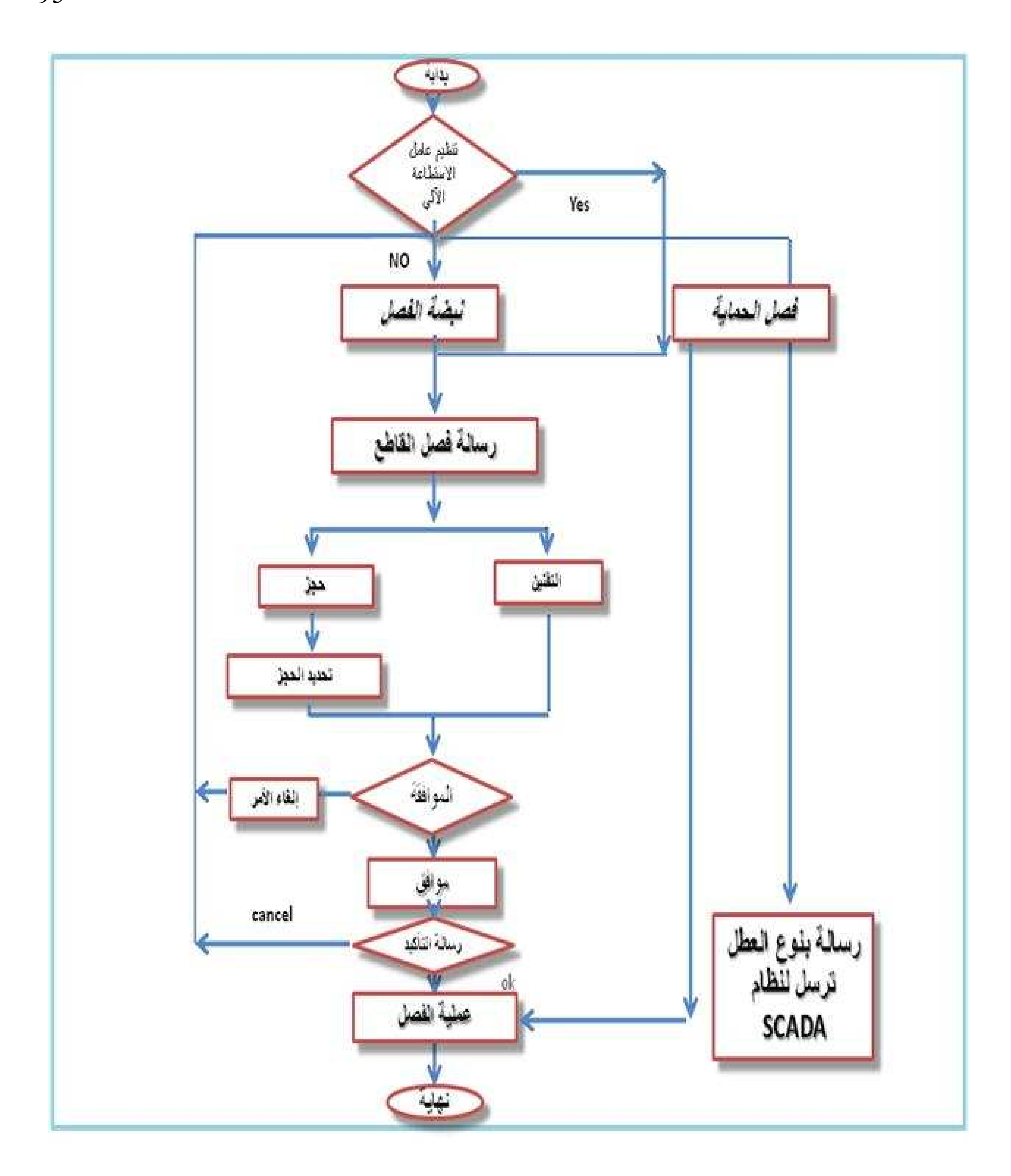
الشكل (5–2) خوارزمية عملية وصل القواطع الآلية للمخارج



الشكل (3–5) خوارزمية عملية فصل القواطع الآلية للمخارج

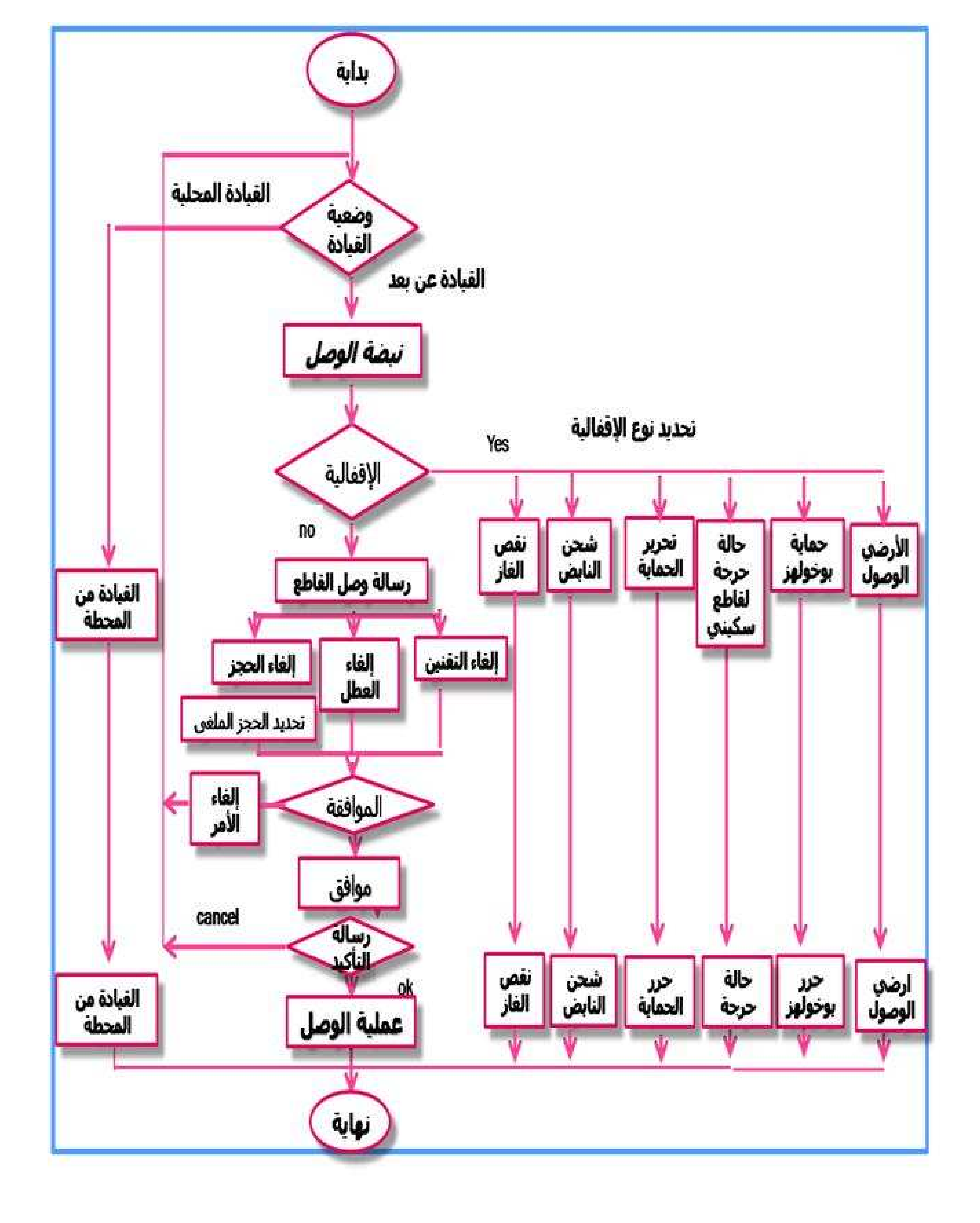


الشكل (5–4) خوارزمية عملية وصل القواطع الآلية للمكثفات

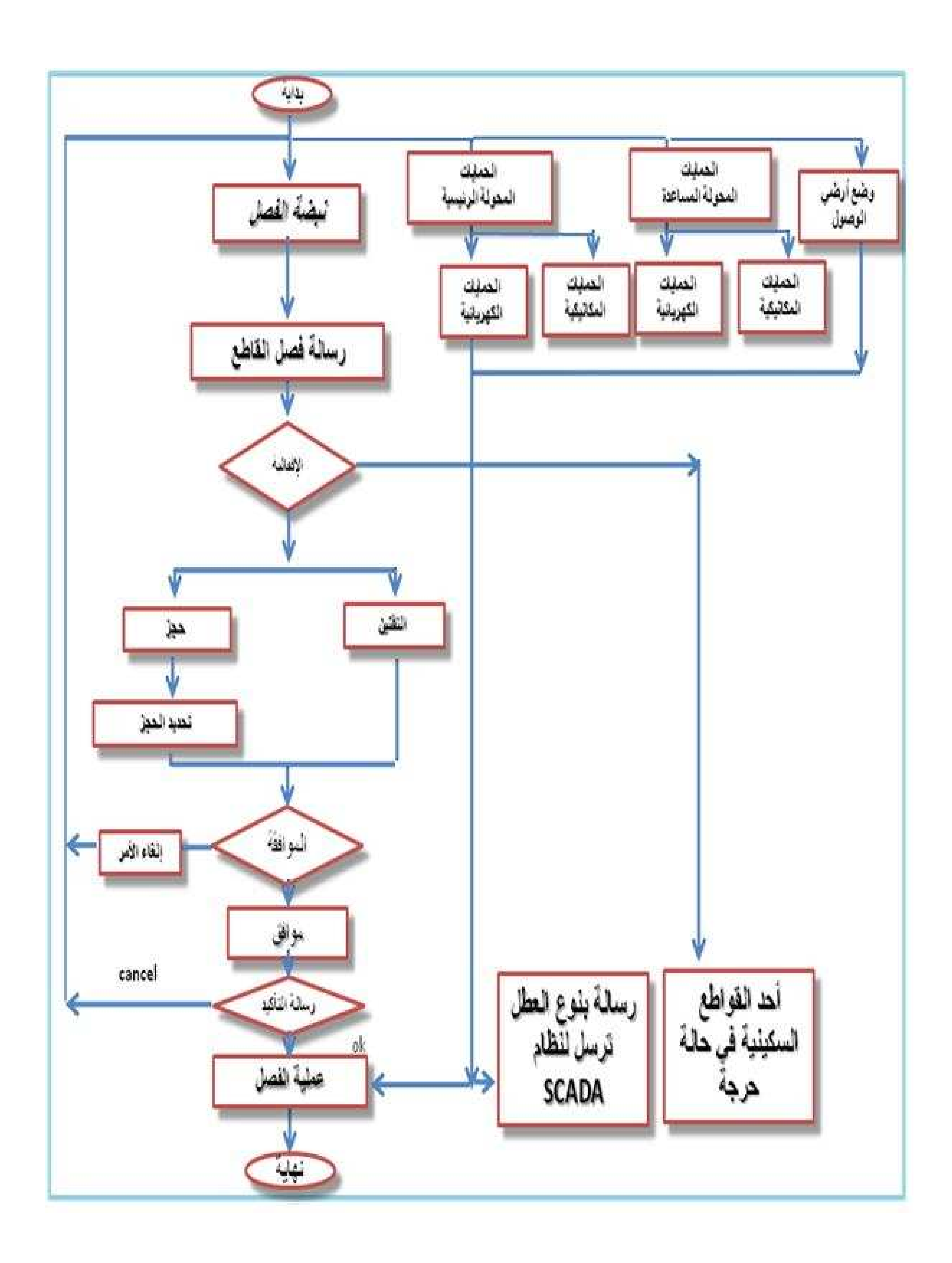


الشكل (5–5) خوارزمية عملية فصل القواطع الآلية للمكثفات

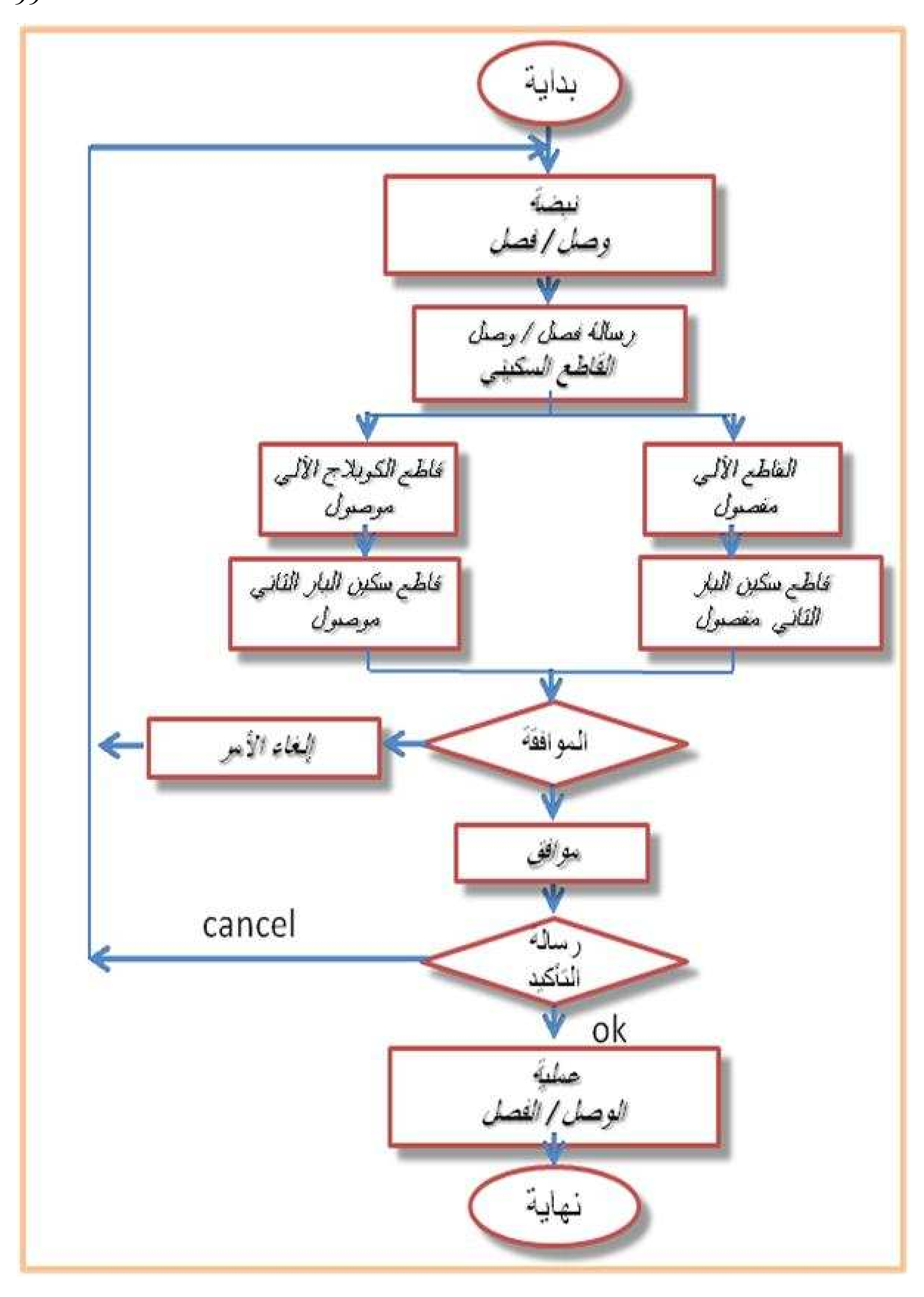
الشكل (5–6) خوارزمية عملية وصل القواطع الآلية لكوبلاج 20 kv



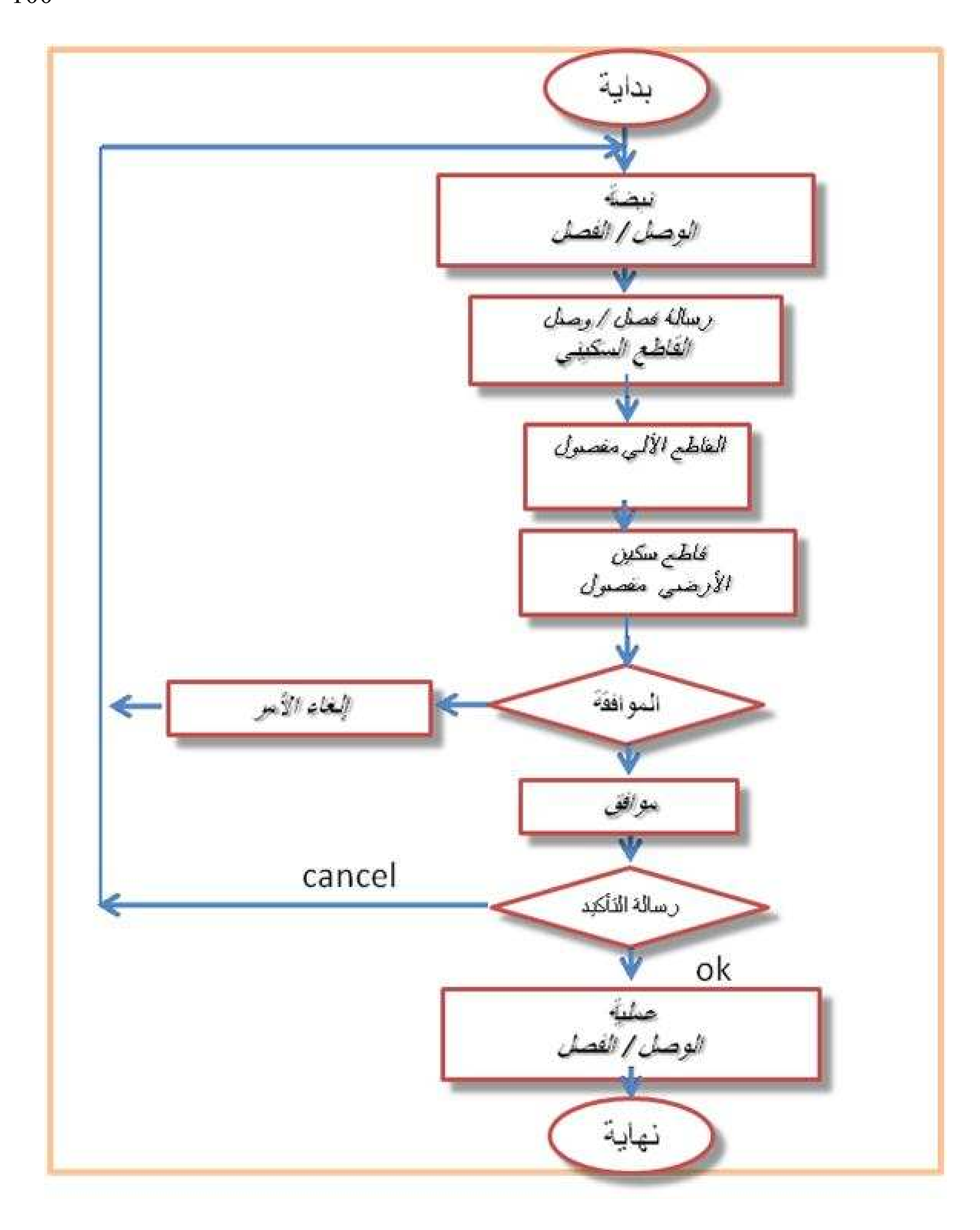
الشكل (5–7) خوارزمية عملية وصل قاطع المحولة الآلي 66 kv



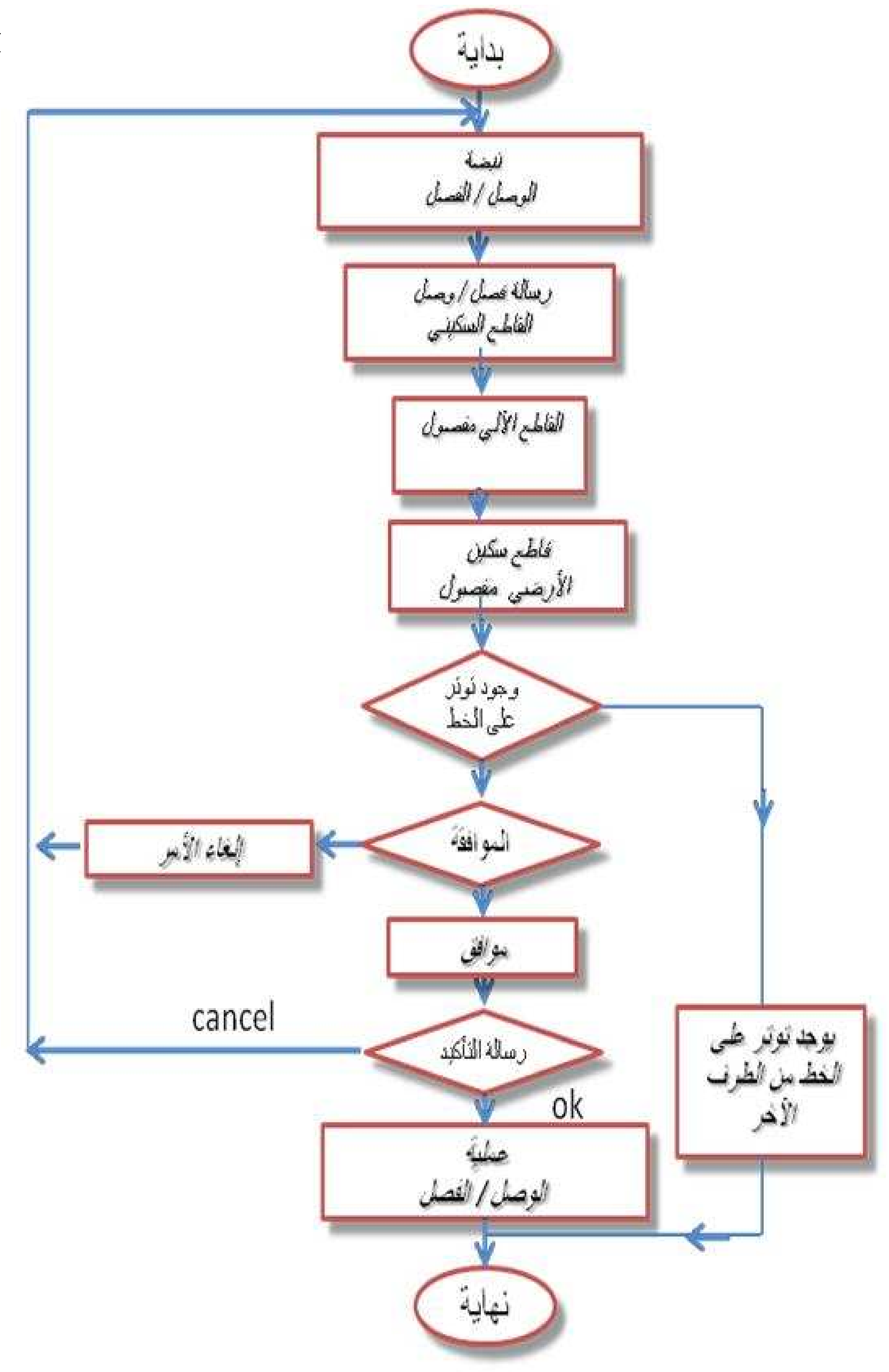
الشكل (5–8) خوارزمية عملية فصل قاطع المحولة الآلي 66 kv



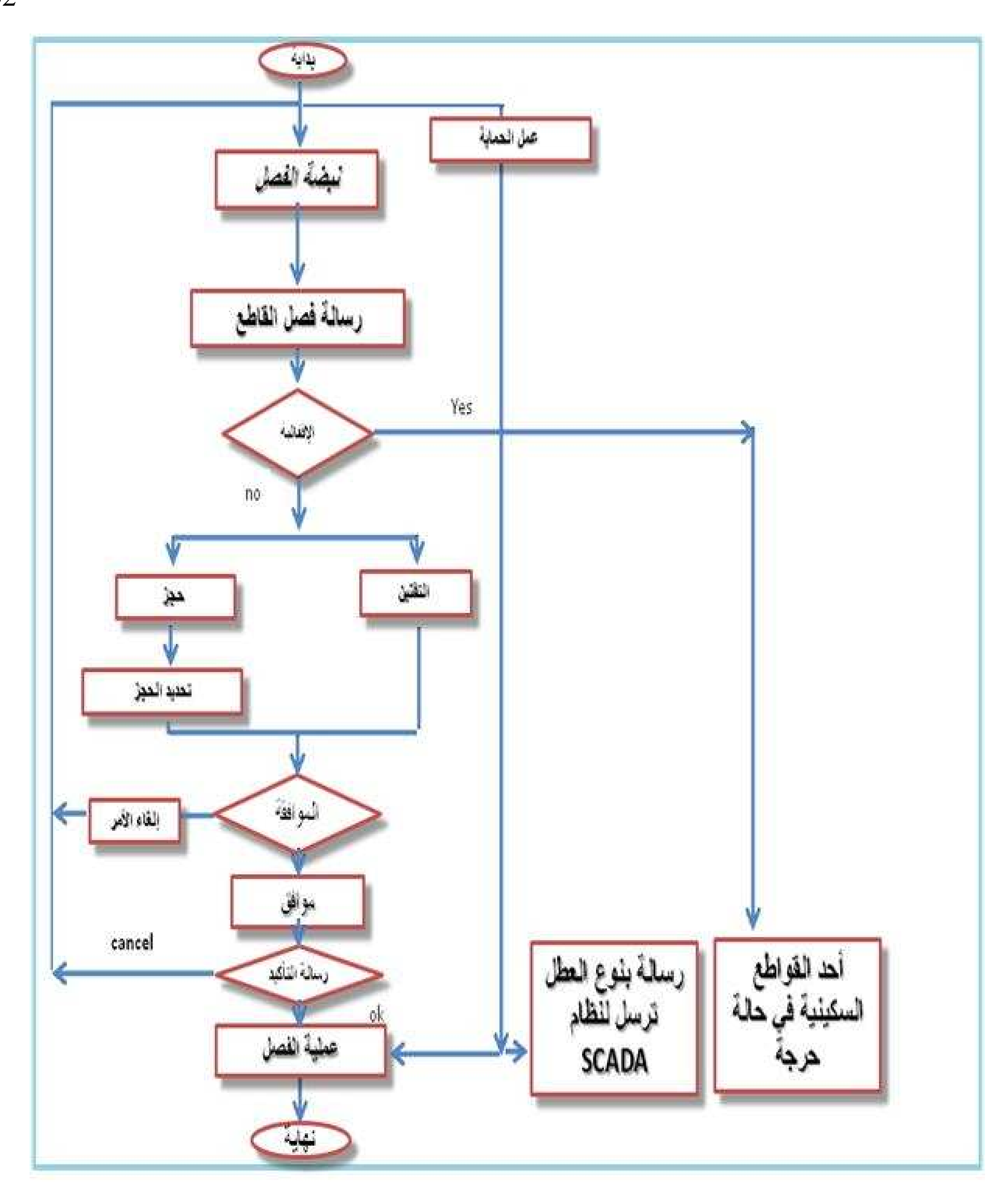
الشكل (5–9) خوارزمية عملية الوصل والفصل لقاطع البارات السكينية 66 kv



الشكل (5–10) خوارزمية عملية وصل وفصل قاطع الخط السكيني



الشكل (5–11) خوارزمية عملية وصل وفصل قاطع تأريض الخط السكيني



الشكل (5–12) خوارزمية عملية فصل قاطع الكوبلاج الآلي 66 kv

5-2-1-2-2- modbus للمقاييس

وهي الوسيلة التي من خلالها تتم قراءة البارامترات الموجودة ضمن المقاييس الرقمية وتحويلها إلى إشارات يمكن التعامل معها ضمن برنامج الـ SCADA من خلال فك تشفير هذه الإشارات كما في الملحق (2)الذي يمكننا من مشاهدة البارامترات التالية (IR, IS, IT, VR, VS, VT, P, Q, S, PF, F)

5-2-1-2-3- modbus للحمايات

ويعبر عن كل الإشارات المخزنة ضمن ذاكرة الحماية وكيفية ترتيبها حيث يوضح الملحق (3) هذا الترتيب لنوع من الحمايات الحديثة. بعد معرفة كل هذه المعلومات عن الحمايات يتم تحديد خلايا الذاكرة التي يتم الاستفادة منها في برنامج التحكم SCADA ومن ثم فك التشفير من خلال بروتوكول التشفير المستخدم ضمنها كما هو موضح بالمثال التالي بالنسبة لفك تشفير الوقت في حمايات من نوع GE فهي عبارة عن رقم مخزن على 6 bytes وفك تشفيرها بالشكل التالي

Milliseconds passed from the 1st of January, 1996 at 00:00:00.000.

The size of DATE type is 6 bytes ordered in INTEL format.

EXAMPLE:

31st of May, 1999, at 10:01:04.224 = 107,690,464,000 milliseconds from 1/1/1996, 00:00:00.000

107,690,464,000 DEC = 00 19 12 DA 13 00 HEX = 00 13 DA 12 19 00 (lower bytes first)

[13]

5-2-1-2-4- كتابة برنامج SCADA لمحطة التحويل

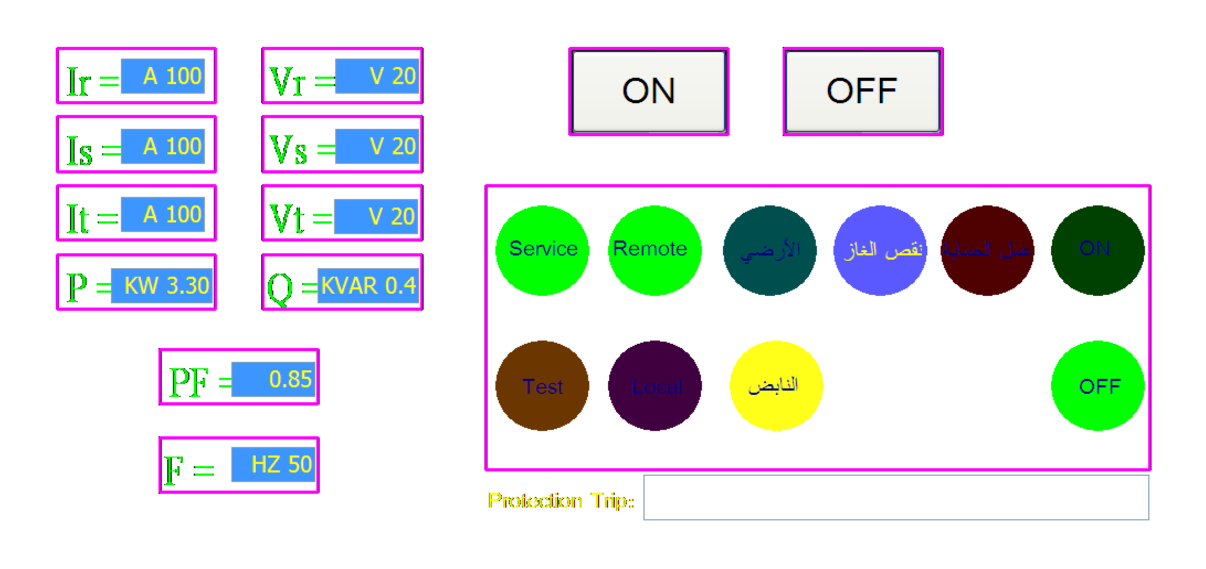
إن نظام التحكم SCADA المصمم لمحطات التحويل باستخدام لغة الـ Delphi حيث تم بالبداية تصميم الرسوم الخاصة بالمحطة ثم كتابة البرنامج وإدخال الرسوم ثم تفعيل النقط التنفيذية في كل صورة وذلك وفقاً لخوارزمية العملية التي سوف تقوم بها هذه النقطة.

5-2-1-2-4-1- إنشاء الرسوم الخاصة بالمحطة

هي مجموعة الواجهات التي سوف يتم من خلالها رؤية المحطة على شاشة الحاسب وهذه الواجهات هي:

1 – واجهة القاطع: يتم تصميم واجهة القاطع بحيث تظهر كافة البارامترات المتعلقة بها والإشارات والأوامر التي تعطى له، تم تصميم واجهة القاطع بحيث يتم من خلالها رؤية قيم التيار والجهود لكل الأطوار والاستطاعة الفعلية والردية وعامل الاستطاعة والتردد وتخصيص حيز لإظهار كافة المشاكل التي تتعلق بالخلية وحيز آخر لإظهار رسالة الحماية في حال عملها، وتسجل حالة العطل الذي أدى إلى عملها، الشكل (5–13).

تخصص هذه الواجهة لجميع القواطع الآلية سواء قاطع آلي KV 20 أو KV 66 مع تمييز بالألوان حسب التوتر.



الشكل (5–13) واجهة القاطع الآلي

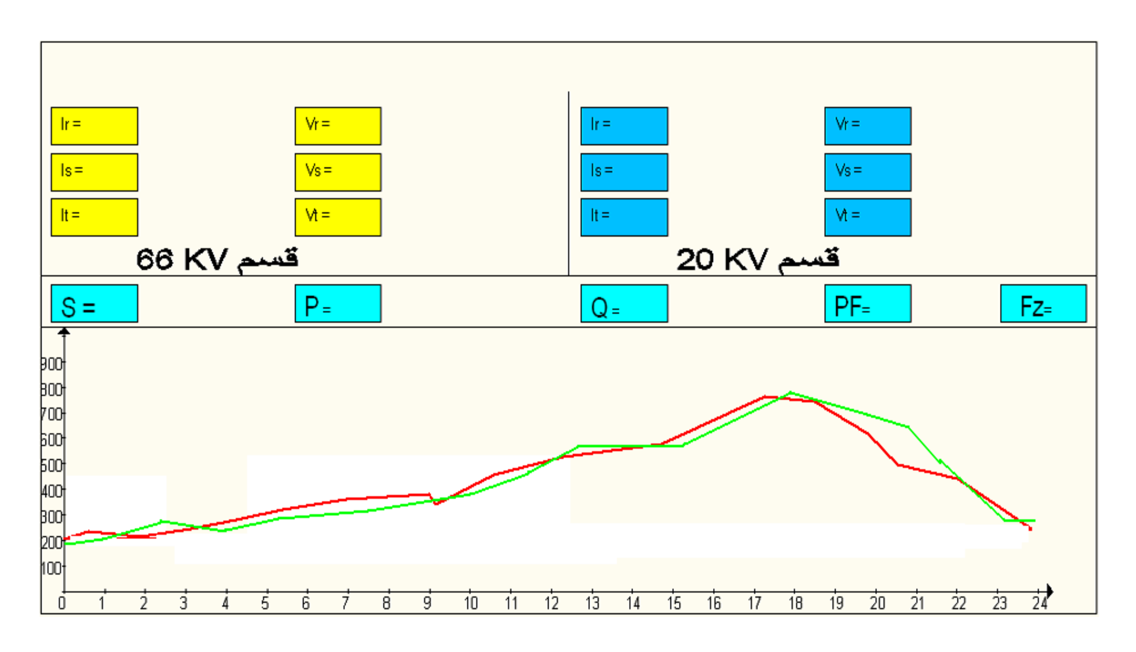
2 – واجهة المحولة

بوجود طرفين للمحولة ومجموعة بارامترات على جهدين مختلفين، الجهد العالي KV 66 والجهد المنخفض KV 20 كان لابد من تصميم هذه الواجهة بشكل يسمح للمشغل بأن يرى كلا الطرفين.

تم تخصيص اللون الأزرق لبارامترات KV 20 واللون الأصفر لبارامترات KV 66 وأما مجموعة البارامترات التي لا تختلف بالنسبة لطرفي المحولة وهي الاستطاعة الظاهرية (S) والفعلية (P) والردية (Q) وعامل الاستطاعة (PF) والتردد (F) تم تخصيصها باللون الأخضر.

وضعت في الواجهة محورين يوضحان قيم تيار التحميل اليومي للمحولة باللون الأحمر مع مقارنة تحميل اليوم الحالي مع اليوم السابق لملاحظة تطور الحمولة من يوم لآخر ويظهر منحني تحميل اليوم السابق بلون أخضر الشكل (5–14).

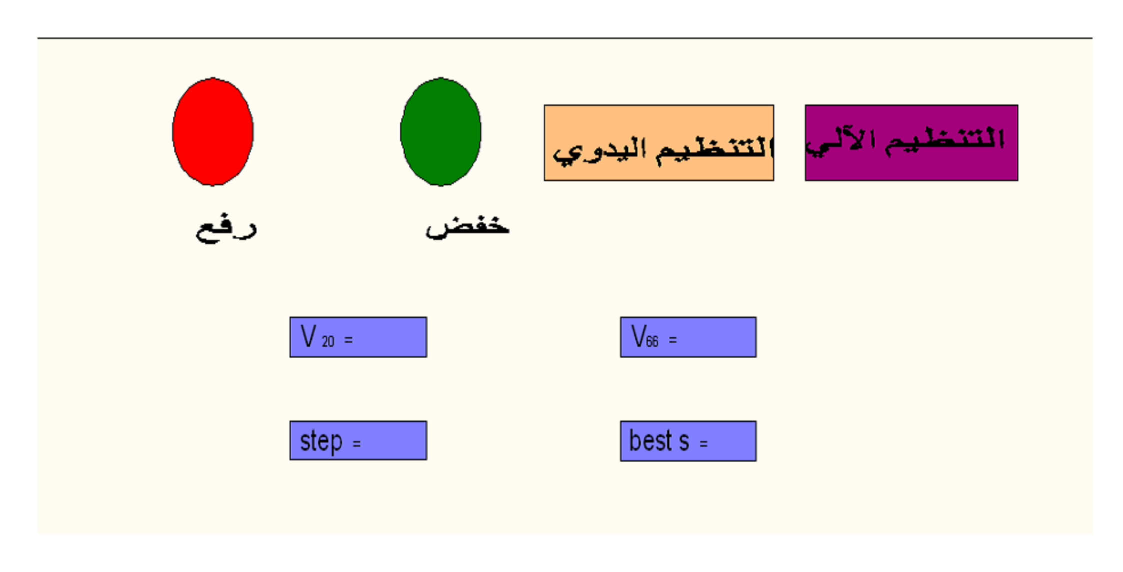
يمكن وضع منحني تحميل للمقارنة بأي يوم مثل يوم التحميل الأعظمي للمحولة أو يوم التحميل الأدنى خلال السنة.



الشكل (5–14) واجهة المحولة

3 – واجهة المنظم

هي الواجهة التي يتم من خلالها رؤية واقع منظم التوتر للمحولة وتظهر مراحل المنظم ويتم أخذ التنظيم الآلي أو اليدوي الشكل (5–15).

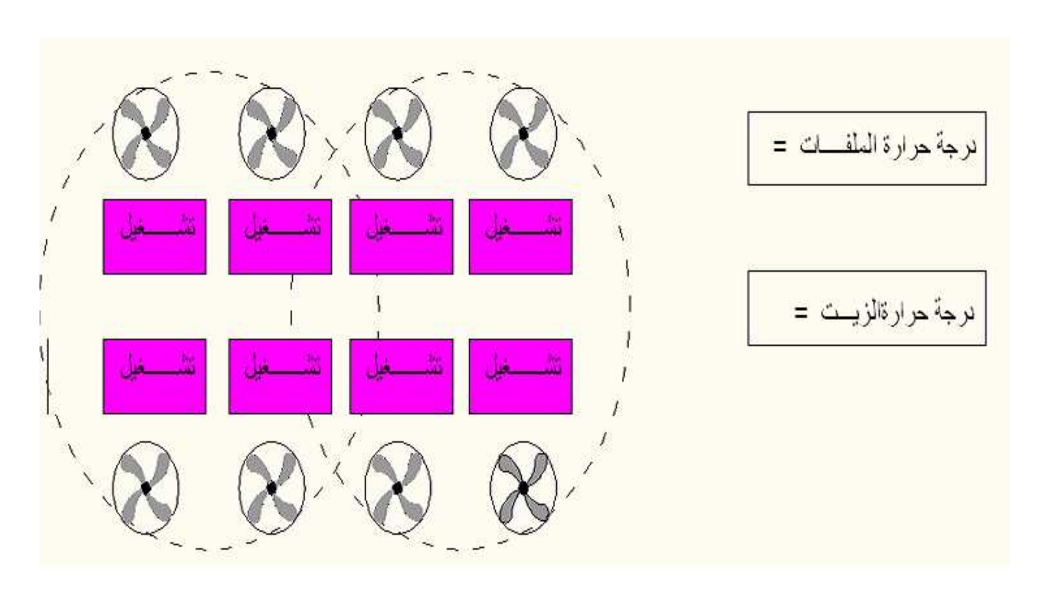


الشكل (5–15) واجهة المنظم

4 – واجهة المراوح

بما أن عمل المراوح مرتبط بحرارة الملفات وحرارة الزيت، يجب إظهار قيم الحرارة وعدد المراوح لهذه المحولة وعند عمل احدى المراوح تظهر على الواجهة بحالة دوران الشكل (5–16).

للتأكد من عمل المراوح تم وضع أمر تشغيل يقوم بتشغيل المروحة عن بعد بحيث يرى المشغل عمل هذه المراوح.



الشكل (5–16) واجهة المراوح

5 – واجهة إشعارات الأعطال في المحولة

تم تصميم هذه الواجهة بحيث تظهر جميع أعطال خلية المحولة، مثل: عطل على القاطع، عطل قاطع Tc1، مشكلة على المحولة الرئيسية، عمل حماية بوخولز للمحولة الرئيسية، انذار مستوى الزيت المنظم، عطل ارضي على جسم المحولة، انخفاض مستوى غاز SF6 للقاطع، عطل قاطع Tc2، عمل حماية عطل أرضي على المحولة الرئيسية، إنذار ارتفاع حرارة زيت المحولة، انذار فصل التيار المستمر، انخفاض ضغط الهواء (في حال أن القاطع يعمل على ضغط الهواء)، عمل الحماية التفاضلية، عمل حماية زيادة الشدة والأرضي للمحولة المساعدة، انذار ارتفاع حرارة ملفات المحولة، عمل ريليه الحمايات، انخفاض مستوى زيت الضاغط للقاطع، عمل حماية زيادة التيار والأرضي للمحولة الرئيسية، عمل حماية جسم المحولة المساعدة، انخفاض مستوى الزيت المحولة الرئيسية، عمل حماية بوخولز لمحولة المساعدة، وفصل القاطع كما في الشكل (5–17).

ويمكن وضع خانات احتياط تستخدم عند الحاجة من أجل أغراض أخرى تخص عمل المحولة .

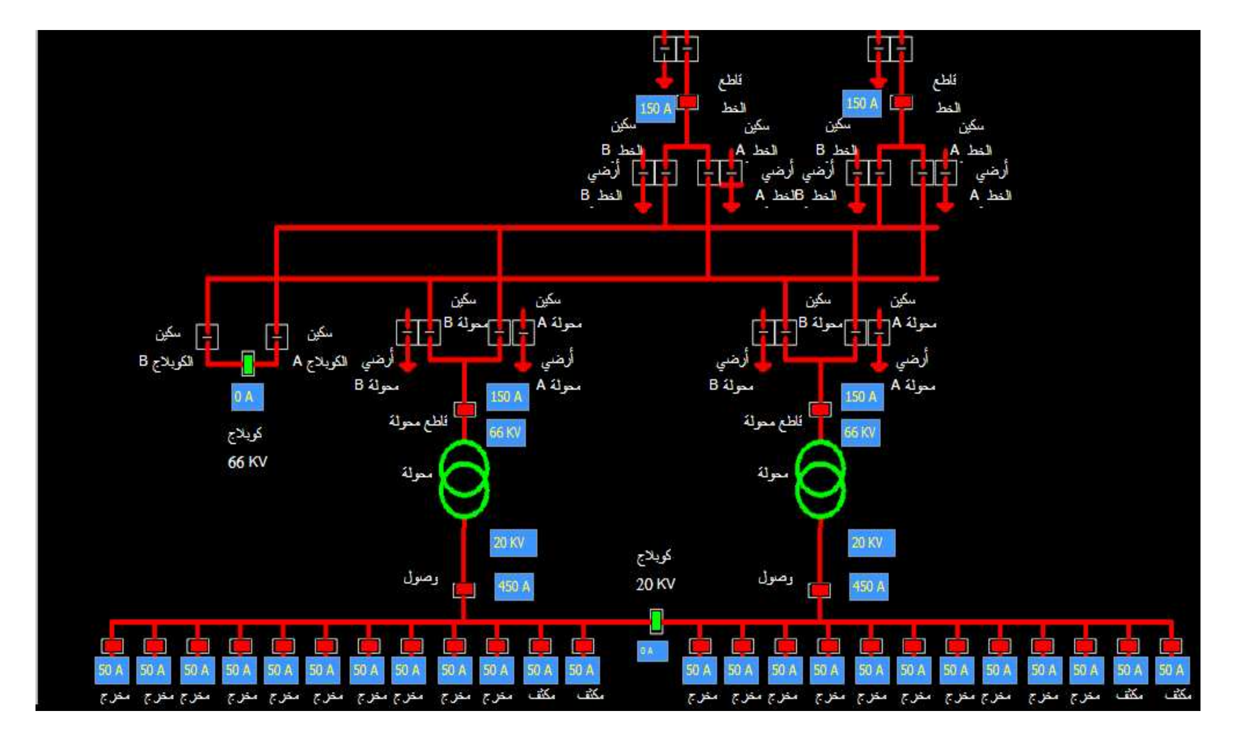
عطل أرضي على جسم المحولة	انذار انخفاض مستوى زيت المنظم	عمل حماية بوخولز للمحولة الرئيسية	مشكلة على المحولة الرئيسية	عطل قاطع Tc1	عطل على القاطع
احتياط	انذار فصل التيار المستمر	انذار ارتفاع درجة حرارة زيت المحولة	عمل حماية عطل أرضي على المحولة الرئيسية	عطل قاطع Tc2	انخفاض ضغط غاز SF6 للقاطع
احتياط	عمل ريليه الحمايات	انذار ارتفاع درجة حرارة ملفات المحولة	عمل حماية زيادة التيار والأرضي لمحولة التأريض	عمل الحماية التفاضلية	انخفاض ضغط الهواء للقاطع
فصل القاطع	عمل حماية بوخولز للمحولة التأريض	انخفاض مستوى زيت المحولة الرئيسية	عمل حماية جسم محولة التأريض	عمل حماية زيادة التيار والأرضي للمحولة الرئيسية	انخفاض مستوى زيت الضاغط للقاطع

الشكل (5–17) واجهة الإشعارات

6 – واجهة المحطة

تختلف واجهة المحطة حسب عدد المحولات الموجودة وخطوط الـ 66 KV ومخارج 20 KV

وتكون الواجهة عبارة عن مخطط المحطة موضح عليها خلايا خطوط 66 KV والمحولات الموجودة في المحطة وعدد المخارج وأسمائها وحمولات كل الخطوط والمخارج وحمولة المحولة وخلية المكثفات الشكل (5–18).



الشكل (5–18) واجهة المحطة

5-2-1-2-4-2- كتابة برنامج الـ SCADA

إن نظام التحكم SCADA هو عبارة عن نظام مراقبة وتحكم وتحصيل معلومات تم كتابته باستخدام لغة Delphi و تم تقسيم العمل الوظيفي لهذا البرنامج بحيث يبدأ العمل على برنامج التحكم لمحطة تحويل من واجهة المحطة التي تعتبر الواجهة الرئيسية إلى:

1 – المراقبة

تتم مراقبة عناصر المحطة من خلال هذه الواجهة وتجمع كافة البيانات الموجودة في المحطة و ترتب كل قيمة في المكان المخصص لها:

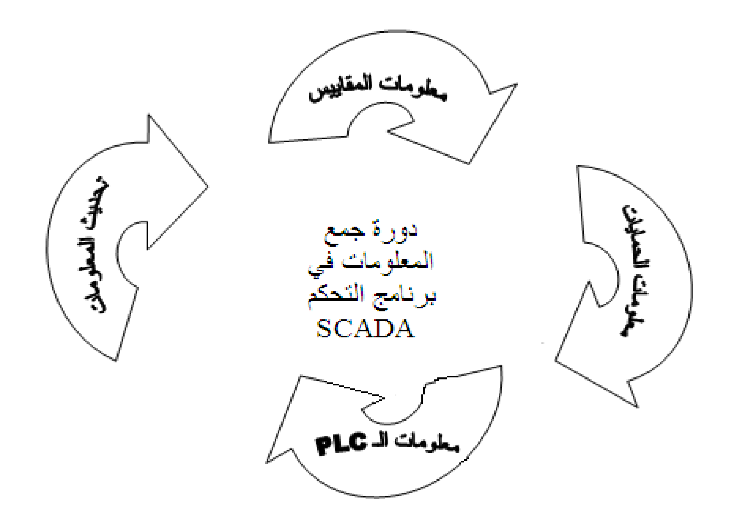
أ – المعطيات الرقمية: وهي حالة القواطع (يخصص اللون الأخضر لحالة فصل القاطع واللون الأحمر لحالة وصل القاطع)، الأرضي، شحن النابض، القيادة المحلية، القيادة الآلية، القاطع بالخدمة والقاطع بوضع الاختبار.

يتم أخذ هذه المعطيات عن طريق المداخل الرقمية لجهاز الـ PLC

ب – المعطيات التشابهية: وهي قيم التيارات والجهود والاستطاعات وعامل الاستطاعة والتردد والأعطال.

مصدر هذه المعطيات هي المقاييس الرقمية متعددة الوظائف والحمايات.

لذا تكون دورة عمل جمع هذه المعطيات هي دورة اتصال متتالي بكل تجهيزة حسب رقم العنوان لكل تجهيزة مع إيقاف العمل في حال ظهور إي حالة عطل والتوجه مباشرة للتجهيزة التي أعطت حالة العطل لأن متابعة حالة العطل تكون أهم من متابعة الدورة يوضح الشكل (5–19) دورة جمع المعلومات



الشكل (5–19) دورة جمع المعلومات

2 – التحكم

تكون أوامر التحكم في صفحة الواجهة الرئيسية والسماح بالدخول على الواجهات الأخرى، أما بالنسبة لعملية التحكم في واجهات القاطع والمنظم والمراوح فتكون بإرسال نبضات التحكم للـ PLC المرتبط بهذه التجهيزة وتنفيذ الأمر الذي تم توجيهه وفق الخوارزميات التي تم ذكرها.

3 – تحصيل المعلومات

إن بناء قاعدة البيانات الخاصة بمحطات التحويل الكهربائية هي مسألة في غاية الأهمية ويجب أن تصمم بحيث يتم الاستفادة منها في :

1 – معرفة جميع أحمال الشبكة الكهربائية.

2 – إجراء مقارنات بين البيانات اللحظية وبيانات مرجعية بالنسبة للمستخدم.

3 – إمكانية الاستفادة منها في برامج أخرى.

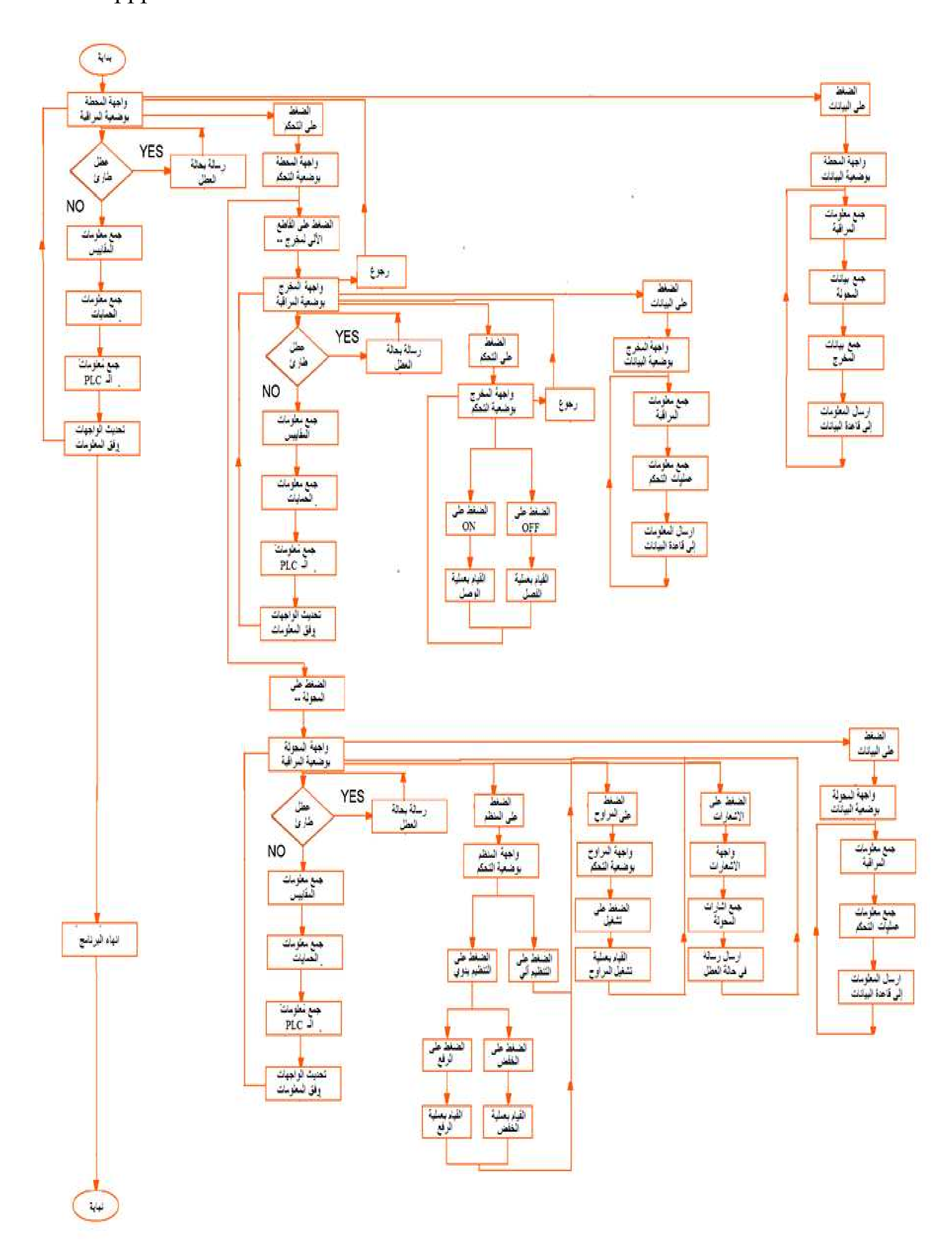
4 – توقع لحظات الحمل الأعظمي للشبكة وإيجاد حلول لها.

5 – معالجة بيانات الأعطال على الشبكة وتحقيق قاعدة بيانات لها بحيث يتم الاستفادة منها في تحليل حالات العطل والأسباب المؤدية له وعملية توقع الأعطال قبل حدوثها ومعالجتها بشكل كامل.

لذا تم تصميم قاعدة بيانات على شكل جداول تشمل كافة بارامترات الشبكة مرتبة زمنياً بحيث يمكن استخراج أي معلومة سابقة من خلال تزويد البرنامج بمحرك بحث زمني ينقل المستخدم إلى التاريخ المطلوب.

يتم كذلك من خلال قاعدة البيانات إعطاء تصور واضح عن حالات العطل المتكررة أو التي تحمل صفة مشتركة (الفصل بأوقات محددة مثلاً).

جعل قاعدة البيانات مفتوحة بحيث يمكن استخدامها من قبل برامج تحليل للشبكة بحيث تقوم هذه البرامج بتحليل الشبكة ومعرفة الحلول والمعالجات لمسألة الفاقد وهبوط التوتر، ويوضح الشكل (5–20) مخطط العمل في برنامج التحكم. [7]



الشكل (5–20) مخطط العمل في برنامج التحكم

3-4-2-1-2-5- سير الإشارة في البرنامج

قبل أن يتمكن جهازي الكمبيوتر من الاتصال معاً لابد من توفر شرطين:

1 – أن تتم ترجمة البيانات إلى إشارات يمكن نقلها بين الجهازين.

2 – يجب أن يتوفر للجهازين قناة اتصال يستطيعان من خلالها إرسال واستقبال الإشارات.

الممر أو القناة التي تحمل الإشارات تسمى وسط الإرسال transmission medium.

تستطيع أجهزة الكمبيوتر استخدام الأنواع التالية من الإشارات للاتصال فيما بينها:

- ✓ النبضات الكهربائية electrical pulses
- ✓ موجات الراديو radio wave
- ✓ موجات الميكروويف microwaves
- ✓ الأشعة تحت الحمراء infrared light

يتم استخدام هذه الموجات لنقل البيانات لأنها تتمتع بالمميزات التالية:

- يمكن تعديلها والتحكم بها باستخدام أشباه الموصلات semiconductor.
- تستطيع تمثيل الإشارات التماثلية analog والرقمية digital.

الإشارات التماثلية هي إشارات مستمرة تتمثل فيها المعلومات كمقادير فيزيائية ومثال عليها التيار الكهربائي والموجات الصوتية.

أما الإشارات الرقمية فهي إشارات متقطعة discrete وتستخدم قيمتين فقط هي صفر أو واحد لتمثيل الأصلية.

الموجات الكهرومغناطيسية تضم أنواع عديدة من الموجات تتراوح بين أشعة جاما من ناحية وموجات الراديو الطويلة من ناحية أخرى.

هذا المدى الكبير من الموجات الكهرومغناطيسية يطلق عليه اسم الطيف الكهرومغناطيسي EM spectrum. جزء محدود فقط من هذا الطيف يستخدم لنقل البيانات.

يتم تحديد موقع موجة كهرومغناطيسية ما على الطيف بمعرفة طولها الموجي wavelength وترددها frequency وطاقتهاenergy.

يتناسب التردد وطول الموجة تناسباً عكسياً فكلما زاد التردد قل طول الموجة والعكس صحيح، بينما تتناسب الطاقة مع التردد تناسباً طردياً فكلما زاد أحدهما زاد الآخر.

الموجات التي تقع في أعلى الطيف يكون ترددها مرتفعاً وطاقتها عالية وطولها الموجي صغير، بينما الموجات التي تقع في أسفل الطيف فيكون ترددها وطاقتها منخفضة أما طولها الموجي كبير.

تحدد طاقة وتردد وطول الموجة الخصائص الفيزيائية للموجة، وهذه الخصائص تحدد بدورها قدرة الموجة على حمل البيانات.

كلما ترتفع إلى أعلى في الطيف يزداد التردد، وللتردد علاقة مباشرة بالقدرة على حمل البيانات، فكلما ازداد التردد تصبح الموجات الكهرومغناطيسية تصبح قادرة على حمل بيانات أكثر.

أما طول الموجة فإنه يقل مع الارتفاع إلى أعلى في الطيف، لهذا فإن الموجات في أسفل الطيف لها أكبر طول موجي مثل الموجات الطويلة الراديوية.

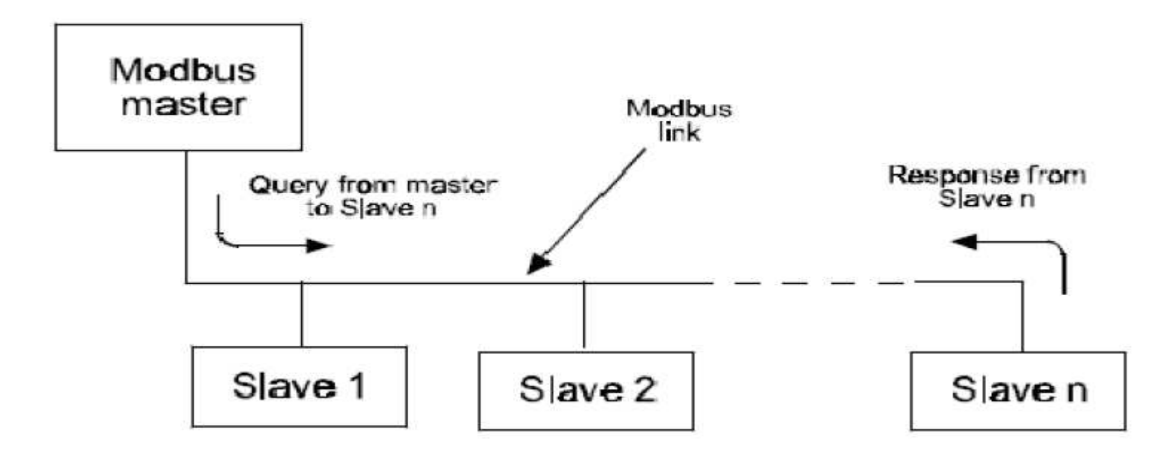
يؤثر طول الموجة على قدرة الإشارات على اختراق الجدران والأجسام غير الشفافة.

كما أن طول الموجة يؤثر على قدرة الإشارة على الانحناء والدوران حول الحواجز والزوايا، تعتبر الأنواع المختلفة من وسائط الإرسال مناسبة لأجزاء مختلفة من الطيف الكهرومغناطيسي.

5-2-1-2-4-4- برتوكول الاتصال

5-2-1-2-4-4-1- إجرائيات البروتوكول

يتم الاتصال والنفاذ على الناقل بالطريقة المباشرة Direct Access بواسطة تقنية Master/Slave الشكل (5–21) حيث يمكن لجهاز واحد فقط أن يبدأ الاتصال ويكون هو السيد Master.



شكل (5–21) عملية الاتصال بين السيد والطرفيات

يتم بدأ الاتصال عن طريق السيد والذي يرسل أمر استعلام تستقبله الطرفيات التي تستجيب عن طريق:

- القيام بعمل محدد.

- إعلام السيد بأن العمل المطلوب لا يمكن تنفيذه.
- يمكن للسيد أن يعنون طرفيات مستقلة أو يمكنه إرسال رسالة إلى كل الطرفيات (البث العام).
- عندما تستقبل الطرفية رسالة تحمل عنوانها تعيد رسالة إلى السيد تسمى الجواب.

الجواب يؤكد:

- تم استقبال وفهم الرسالة والعمل بها.
- إعلام السيد أنه لا يمكن تنفيذ العمل المطلوب.
- الاستعلام الذي يطلب فيه بيانات من الطرفية يتطلب وجود جواب بينما رسائل البث العام لا تتطلب جواب.

تقوم الطرفيات بالإرسال على الشبكة فقط إذا طلب السيد ذلك ولا ترسل أي رسائل أخرى، إذا لم تتمكن الطرفية من تنفيذ العمل المطلوب تجيب برسالة خطأ وهذه الرسالة معروفة بجواب استثنائي وتوضح للسيد:

عنوان الطرفية المجيبة، العمل المطلوب تنفيذه وتوضيح لماذا لم يتم تنفيذ العمل.

إذا تعرفت الطرفية على خطأ أثناء استقبال الرسالة يتم إهمال الرسالة ، وهذا يضمن أن الطرفية لن تقوم بتنفيذ عمل مطلوب من طرفية أخرى ولن تنفذ أوامر ليست مطلوبة منها ولذلك يجب إهمال هذه الرسائل ويعلم السيد أن الرسالة لم يتم استقبالها لأنه لم يستقبل جواب، لذلك يجب إعادة إرسالها.

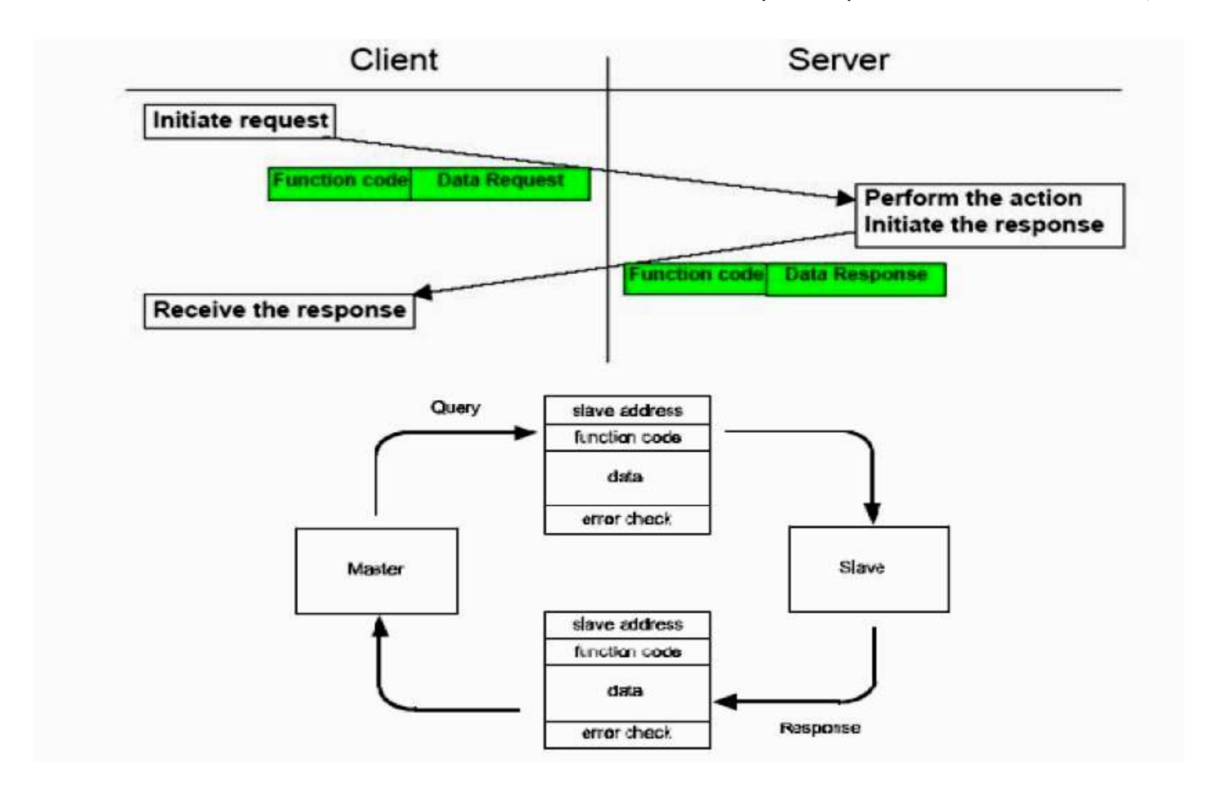
لم يتم تحديد كيفية تشفير البيانات الرقمية ضمن الرسالة، وبذلك يتم تحديده عن طريق المصنع حيث يوجد خيارات كثيرة متاحة. حيث انه يستخدم منفذ الاتصال RS-422 أو RS-485 أو RS-232، ويعتمد نمط الوصول، على الكابلات ومستويات الإشارة ولذلك لم يحدد بمواصفات البروتوكول، وكذلك لم يتم تحديد معدل الإرسال وفحص القطبية الذي يعتمد على نمط البروتوكول المستخدم، وجميع هذه الخيارات تكون متاحة للمصنعين الذين يستخدمون تقنية Modbus.

يدعم بروتوكول Modbus حتى 247 طرفية من العنوان 1 حتى 247 ، العنوان 0 محجوز لرسائل البث العام، وبشكل عملي يتحدد عدد الطرفيات الممكن استخدامها بالطبقة الفيزيائية المختارة، كمثال RS-485 محدود بعدد 31 طرفية فقط.

0	From 1 to 247	From 248 to 255
Broadcast Address	Slave Individual Address	Reserved

2-4-4-2-1-2-5- دورة الاستعلام

يشكل الجواب أساس الاتصالات على شبكات Modbus حيث يقوم السيد في كل الحالات ببدء الاستعلام وتقوم الطرفية بالإجابة الشكل (5–22).



الشكل (5–22) دورة الاستعلام بين السيد والطرفية واحدة

الاستعلام يتكون من أربعة أجزاء:

- عنوان الجهاز: يحدد الطرفية المطلوبة أو يوضح أن الرسالة هي رسالة بث عام.
- رمز الأمر: يعلم الطرفية بنمط العمل المطلوب إنجازه.
- البيانات: يوضح أي بيانات يطلب من الطرفية العمل بها تبعاً للأمر المطلوب.
- فحص الأخطاء: يسمح للطرفية بالتأكد من تكامل الرسالة المستقبلة من السيد وإذا تم اكتشاف أي خطأ تقوم الطرفية بتجاهل الرسالة وتنتظر رسالة أخرى.

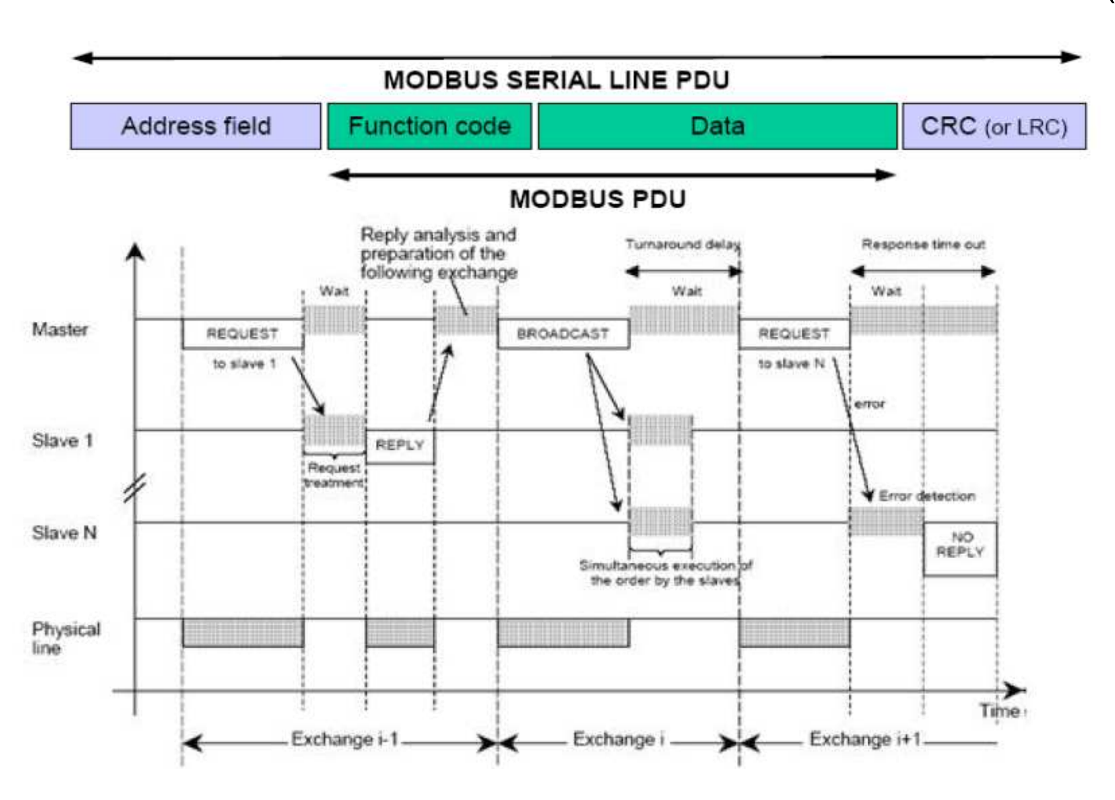
الجواب:

الطرفية بالشكل العادي مطالبة بإعادة الجواب (عندما يحمل الاستعلام عنوان خاص وليس بث عام لكل الطرفيات)، ويكون له نفس شكل بناء الاستعلام: عنوان الجهاز، نوع الأمر، البيانات، فحص الأخطاء.

- عنوان الجهاز: نفس عنوان الطرفية وهذا يوضح للسيد أي من الطرفيات أجابت على الاستعلام وتسمح له بالتحقق من الطرفية التي أجابت.
- رمز الأمر: هو نفسه الأمر الموجود بالاستعلام ويكون مختلف فقط إذا لم تستطع الطرفية تنفيذ هذا الأمر في مثل هذه الظروف رمز الامر المعاد يكون بشكل معدل وهذا يوضح للسيد أي أمر لم تستطع الطرفية تنفيذه.

- البيانات: تحتوي البيانات المطلوبة بالاستعلام.
- فحص الأخطاء: يسمح للسيد بالتأكد من تكامل الرسالة المستقبلة من الطرفية وإذا تم اكتشاف أي خطأ يقوم السيد بتجاهل الجواب.

وفي حال وجود اكثر من طرفية يكون الشكل العام لدورة الاستعلام كما هي موضحة في الشكل (5–23)



الشكل (5–23) دورة الاستعلام بين السيد وعدة طرفيات

5-2-1-2-4-4-3- نمط الإرسال

يوجد نمطين للإرسال RTU , ASCII والنمطين يختلفان بعدد من النقاط:

طريقة وضع البتات في الرسالة، طريقة وضع المعلومات في حقول الرسالة، طريقة التشفير وسرعة العمليات عند معدل النقل المطلوب. لا يمكن استخدام النمطين معاً والنمط المستخدم يجب أن يكون مفعل عند جميع العناصر المشتركة في شبكة Modbus.

إن النمط RTU (Remote Terminal Unit) أسرع وأكثر قوة من النمطASCII [10]

مواصفات النمط RTU:

يتم ترميز البيانات التي طولها 8 bit في الرسالة ببايت واحد طوله 8 bit ويشار إلى بداية ونهاية كل رسالة بفجوات في الارسالgaps.

إرسال البيانات خلال الرسالة يجب أن يكون مستمراً.

فحص الأخطاء يستخدم الفحص الدوري للفائض (CRC (Cyclical redundancy Check .

نظام التشفير: كل 8 Bit Binary تتضمن محرفين 4 Bit Hexadecimal

البتات في كل بايت: بت بداية و 8 بتات للبيانات يتم ارسال البت إلى الأعلى أولاً، بت القطبية (فردي أو زوجي) أو بدون بت القطبية و بت أو بتين للتوقف كما في الشكل (5–24).

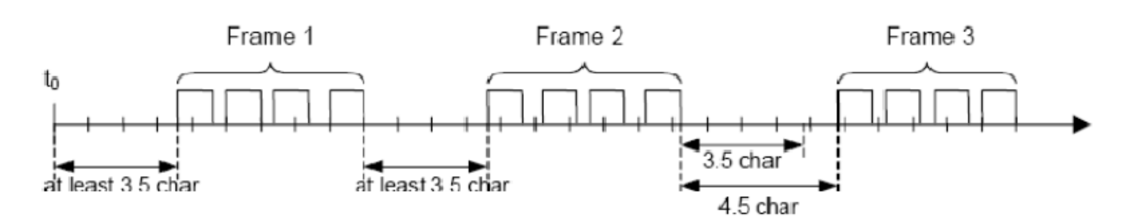
	Message	RTU
Start Of Frame	-	>3 Chars
Slave address	01	0000 0001
Function	04	0000 0100
Data	04 01	0000 0100 0000 0001
Error Check	F1 C9	1111 0001 1100 1001
End Frame	-	-

الشكل (5–24) نمط إرسال من نوع RTU

هذه الرسالة تطلب من الطرفية ذات العنوان ' 01 ' قراءة مسجل عن طريق الأمر ' 04 ' وإعادة القيمة إلى السيد (تم حذف بتات البداية و النهاية و التوقف و القطبية في كل بايت للتبسيط).

5-2-1-2-4-4-4- إطار رسائل ModBus

يجب بناء الرسائل كإطارات و بذلك فإن عناصر ModBus يمكنها اكتشاف بداية و محتوى ونهاية هذا الإطار و أيضاً يسمح باكتشاف الأخطاء المحتملة كما في الشكل (5–25).



الشكل (5–25) إطارات رسائل Modbus

تبدأ البداية بفراغ بزمن T يساوي على الأقل 3.5 Character و تقوم عناصر الشبكة بمراقبة الخط بشكل مستمر و عندما يكتشف فترة صامتة لأكثر من 3.5 Character. [5]

إن البايت الذي يلي هذه الفترة يستخدم لتحديد عنوان الجهاز.

ترمز نهاية الرسالة بفراغ زمني قدره (T) Character 3.5 على الأقل و الرسالة الجديدة لا يمكن أن تبدأ إلا بنهاية هذا الزمن الشكل (5–26).

Start	Address	Function	Data	CRC	End
T1-T2-T3-T4	8Bits	8Bits	n* 8Bits	16Bits	T1-T2-T3-T4

الشكل (5–26) شكل الرسائل التي ترسل بواسطة الـ Modbus

الحقل الداخلي للرسالة يجب أن يرسل بشكل متواصل و إذا اكتشف فراغ بمقدارCharacter 1.5أثناء الإرسال سيتم اعتبار الرسالة غير كاملة و سيتم انتظار رسالة جديدة و السلوك المعتمد عند وصول رسالة غير كاملة كما لو تم استقبال رسالة غير صحيحة سيتم إهمالها. وإذا بدأت رسالة جديدة قبل مرور زمن Character 3.5 من نهاية الإطار السابق أيضا سيتم إهمالها.

5-2-1-2-4-4-5- حقول الرسالة

- ✓ حقل العنوان:

يكون عنوان الطرفية ضمن المجال 247 - 1 ويقوم السيد بعنونة الطرفية عن طريق وضع عنوانها في حقل العنوان في الاستعلام، و عندما تعيد الطرفية الجواب تضع عنوانها في الرسالة لتوضيح للسيد بأن الطرفية هي التي قامت بالجواب، يستخدم العنوان 0 لرسائل البث العام و تقوم كل الطرفيات المناسبة بقراءتها لكن بدون إعادة جواب.

- ✓ حقل الأمر:

يرمز الأمر للمجال 255 -1 على الرغم من أنه لا يتم دعم كل الأوامر من قبل كل الأجهزة، عندما يرسل السيد رسالة إلى طرفية فإن الأمر يحدد العمل المطلوب من الطرفية المعنونة، كمثال: قراءة حالة المداخل أو قراءة محتوى مسجل أو تغيير الحالة ضمن الطرفية وعندما تعيد الطرفية الجواب للسيد تقوم بتكرار رمز الأمر المستقبل لتوضح أنها فهمت هذا الاستعلام و نفذت محتواه.

إذا لم تستطع الطرفية تنفيذ هذا الأمر سيتولد جواب استثنائي و يستخدم حقل البيانات و رمز الأمر لإعلام السيد بالسبب. الجواب الاستثنائي يتولد بإعادة رمز الأمر الأصلي لكن تصبح قيمة البت الأعلى (1)، و تمرر المعلومات المتعلقة بالاستثناء إلى السيد عن طريق حقل البيانات و هذا يخبر السيد بنوع الخطأ الحاصل و يسمح له بإتخاذ الاجراء المناسب إما بتكرار الرسالة الأصلية أو بمحاولة تشخيص الذي حدث للطرفية لوضع التنبيهات أو اتخاذ العمل المناسب.

- ✓ حقل البيانات:

الأجوبة لعدد من الاستعلامات تتطلب من الطرفية إعلام السيد بعدد بايتات البيانات المعادة في الجواب و هذا يتطلب تنفيذ خاص خلال حقل البيانات.

كمثال على ذلك عندما يطلب السيد من الطرفية حالة عدد من المسجلات فتجاوب الطرفية بإعادة رمز الأمر و عنوانها وتتبع ذلك بحقل البيانات، و البايت الأول بحقل البيانات يوضح عدد البايتات المعادة و التي تحتوي المعلومات المطلوبة، و بذلك حقل البيانات الرئيسية يتكون من عدد من القيم الست عشرية كل منها في المجال (00-FF) و التي تمثل ببايت واحد.

لم يتم ترميز البيانات الرقمية في بروتوكول (ModBus) وبالتالي يمكن استخدام عدد من أشكال البيانات و اختيار أي من الأشكال المتاحة و هذا متروك للمستخدم. يزود حقل البيانات الطرفية بأي معلومات إضافية تحتاجها لإنجاز الأمر المطلوب بالاستعلام و هذا بشكل مثالي يكون عنوان المسجل و قيمة المسجل.

حقل الأمر غير مطلوب من أجل بعض الأوامر ولا يضمن في الاستعلام، يستخدم حقل البيانات لإعادة البيانات إلى السيد إذا لم يحصل أخطاء، و إذا حصل خطأ فيتم استخدام حقل البيانات لإعادة معلومات إضافية متعلقة بالخطأ المكتشف إلى السيد.

- ✓ حقل فحص الأخطاء:

تعتمد تقنية فحص الأخطاء على نمط الإرسال المستخدم حيث يتم حساب قيمة (CRC) بالاعتماد على محتوى الرسالة المرسلة. ويقوم الجهاز عند استقبال الرسالة بحساب قيمة (CRC) ويقوم بمقارنة هذه القيمة مع القيمة المقابلة في الرسالة المستقبلية و إذا لم تتماثل القيمتين فيقوم الجهاز المستقبل بإهمال هذه الرسالة لأنها رسالة غير صحيحة، عملية فحص القطبية يتم تطبيقها بشكل اختياري.

5-2-1-2-4-4-6- تشفير البيانات

تمت الإشارة سابقاً إلى أنه لا يحدد نوع البيانات الرقمية في بروتوكول ModBus حيث قام المصنعين بتزويد منتجات للاستخدام العام تسمح للمستخدم باختيار تقنية تشفير البيانات، حيث إن أشكال البيانات الرقمية تتضمن:

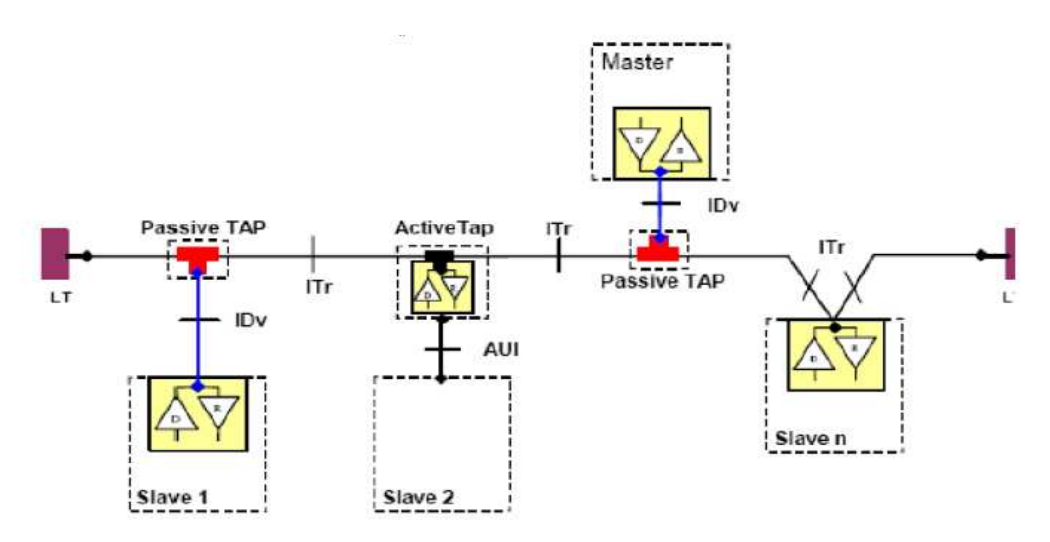
رقم صحيح مع إشارة (Signed Integer).

رقم صحيح بدون إشارة (Unsigned Integer).

16 Bit تمثل 16 حالة منطقية مستقلة.

5-2-1-2-4-4-7- الطبقة الفيزيائية

الوصل التسلسلي المستخدم لمعظم شبكات ModBus هو عن طريق (RS485) وهذا لا يسمح للشبكة بأن تمتد لأكثر من 20 متر لذلك استخدم العديد من المصنعين وصل تسلسلي آخر يمتلك إمكانية لشبكات أطول الشكل (5–27).



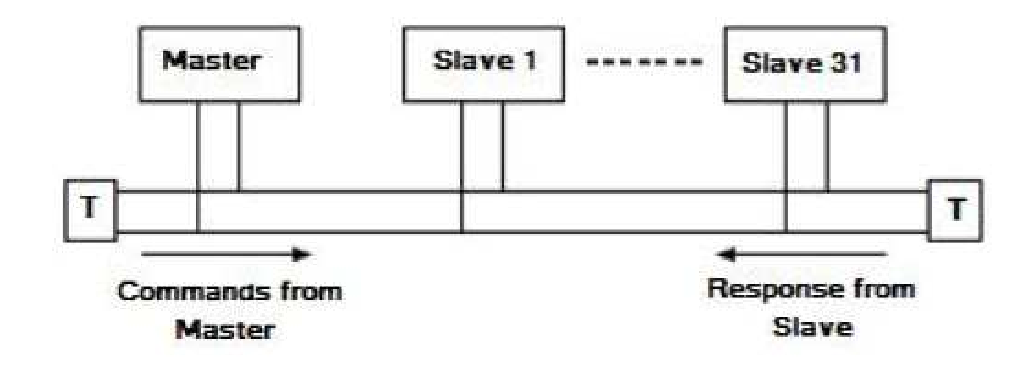
الشكل (5–27) الوصل التسلسلي للطرفيات

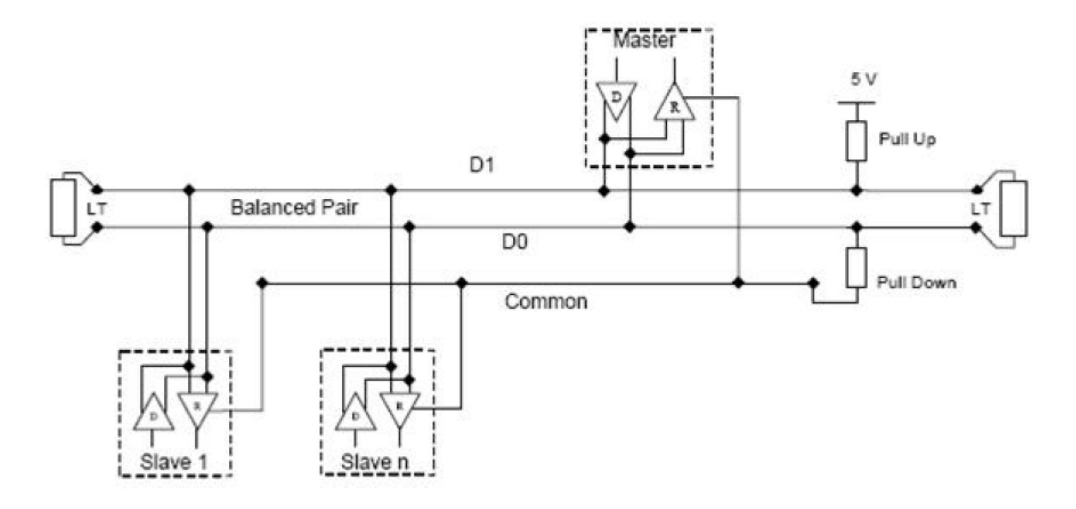
معيار الوصل التسلسلي (RS485) يحدد مواصفات الأجهزة والمستقبلات الموصولة إلى الناقل ولا يحدد أسلاك التوصيل المستخدمة ولا يخصص معدل نقل معين أو شكل الإشارة.

يستخدم إشارة تفاضلية وبذلك يتطلب على الأقل ناقلين لكل إشارة ويخصص خطي إشارة تفاضلية يجب ترميزها، (B) و(A)، ولكن هذا غير متبع دائماً والعديد من المصنعين يقوم بترميزها (-) و (+) الذي يصف الجهد المتعلق بخطوط الإشارة بالحالة الساكنة و لن يحصل ضرر لو تم عكس قطبية خطوط الإشارة عن طريق الخطأ لكن النظام لن يعمل، تدعم عناوين عقد حتى 32 (ما لم يستخدم عوازل أو مكررات) أي 31 طرفية و 1 سيد، بشكل مثالي يجب إضافة مقاومات نهاية متماثلة على نهايات الناقل لمنع انعكاس أو تأرجح الإشارة على الخط و هذه المقاومات بشكل عام لها ممانعة مماثلة لممانعة الخط الاسمية بحدود 100 أوم، لا داعي لمقاومة نهاية الخط عند استخدام معدل نقل منخفض أو شبكة قصيرة.

عندما لا يوجد اتصال فإن الحالة العائمة و الضجيج على الخط ربما تترجم إلى محارف حقيقية، البرمجيات الجيدة سوف تهمل معظم تلك المحارف لكن يمكن حماية النظام بانحياز الناقل إلى حالة معروفة و بذلك يمكن التخفيف من الضجيج المتوقع حدوثه. [10]

يمكن للمستخدم استخدام خطين أو أربع خطوط لوصل الشبكة حسب الشكل التالي (5–28).

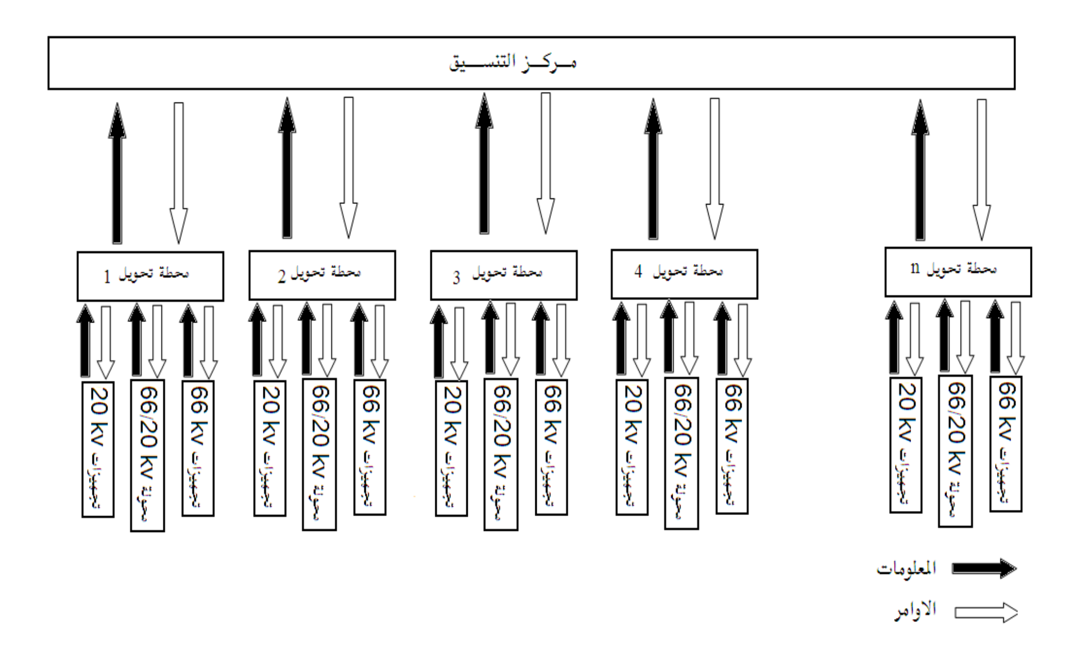




الشكل (5–28) وصل الشبكات باستخدام خطين أو أربع خطوط

5-2-2- المحور الثاني بناء نظام التحكم SCADA لمركز التنسيق

تم تصميم العمل في مركز التنسيق بحيث تحقق الصورة التي تعكس وضع الشبكة الكهربائية في المحافظة وأن يتم ضبط جميع الأحداث التي تحصل في المحطات أمام الجهة الأعلى فهي السلطة العليا التي تتحكم بمراكز المحطات يقوم المركز بأخذ البيانات منها وإعطائها الأوامر الشكل (5–29) ويكون له الحق في التدخل في عمل مشغلي النظام في المحطات وتوجيههم من أجل الإسراع في عمليات المناورة وإصلاح الأعطال البسيطة وإعادة التيار الكهربائية الذي من شأنه زيادة وثوقية الشبكة والمحافظة على استقرارها.



الشكل (5–29) عملية تبادل المعلومات والأوامر بين مركز التنسيق والمحطات

5-2-2-1- التجهيزات المطلوبة لأتمتة أنظمة عمل مركز التنسيق

- مخدمي اتصال

يقوم المخدمين بتأسيس الاتصال بين مركز التنسيق ومركز محطات التحويل ويكون المخدم الأول هو المخدم الرئيسي للاتصال والثاني هو عبارة عن مخدم احتياطي من اجل المحافظة على استمرارية الاتصال.

يجب أن يكون عدد قنوات الاتصال للمخدمات محسوبة على أساس المحطات التي يجب الاتصال معها وحجم البيانات التي سوف يتم إرسالها واستقبالها.

- أجهزة حواسيب

مجموعة من أجهزة الحواسيب التي تحتوي على نظام التحكم SCADA لمركز التنسيق وتقوم هذه الحواسيب بكل المهام المطلوبة وهي عملية المراقبة والتحكم وتحصيل البيانات لكل المحطات، يجب أن يكون النظام قابلاً للاستخدام ليكون Slave مستوى أعلى منه بحيث لا تتوقف عملية بناء البرنامج على مستوى محطات التحويل 66/20 KV.

- شاشة عرض الكترونية أو لوحة بانورامية

شاشات العرض هي وسيلة إيضاح جيدة تعطي تصوراً واضحاً عن الشبكة الكهربائية وتكون إما شاشة عرض الكترونية أو شاشة عرض بانورامية قابلة للتعديل مصممة محلياً بشكل تناسب الشبكة وفيها مجموعة من المقاييس. شاشات العرض هذه تأخذ جميع القيم التي سوف يتم عرضها من الحاسب.

2-2-2-5- شبكة الاتصال

يتم الاتصال بين مركز التنسيق ومراكز المحطات من خلال:

1 - شبكة اتصال رئيسية (شبكة الاتصال LIZLINE الشبكات المأجورة):

تؤمن هذه الشبكة من قبل مؤسسة الاتصال عن طريق استخدام ميزة Real IP لكل مركز ويعين الـ IP لمركز التنسيق كـ Master لكل المراكز الفرعية ميزات هذا الاتصال:

أ – وثوقية عالية في نقل المعلومات.

ب – تكلفة اقتصادية قليلة.

مساوئه: أ – مشاكل في تمديد الاتصال لكل المحطات.

ب – المعالجة وصيانة خطوط الاتصال كثيرة.

2 – شبكة اتصال احتياطية (standby network):

إن شبكة الاتصال الاحتياطية لا تستلم مهمة إرسال واستقبال الإشارة إلا في حال فقد الاتصال على شبكة الاتصال الرئيسية وتحدد من قبل مستخدم لنظام التحكم وذلك حسب إمكانياته وطبيعة الظروف الجوية في المنطقة وشركات الاتصال المتوفرة في الدولة وله أحد الاحتمالات التالية:

1 – شبكة الاتصال GSM وهي شبكة الاتصال التي تؤمنها شركات الاتصال الخليوية وميزات هذه الشبكة هي: أ- تأمين الاتصال السريع.

ب– الكلفة التأسيسية الرخيصة.

جـ يمكن الاستفادة من ميزة إرسال الرسائل من أجل إعلام ورشات الصيانة مباشرة بحالة العطل.

مساوئها: أ- الاتصال غير مؤمن بشكل كافي ويمكن فقد الاتصال أحياناً.

ب– كلفة اقتصادية دورية تتعلق بكمية البيانات المرسلة.

2 – شبكة الأمواج الراديوية وتكون عبارة عن محطات إرسال واستقبال متوضعة في المراكز تستخدم أمواج راديوية محددة وميزات هذه الطريقة هي:

أ– الاتصال السريع وكمية بيانات كبيرة

ب– سهولة في الصيانة

جـ– تكلفة اقتصادية رخيصة حيث لا يوجد سوى تكاليف التأسيس

مساوئها:أ– تتعلق بالظروف الجوية والجغرافية للمنطقة.

ب– تركيب مرسل ومستقبل في كل مركز وعدد من المرسلات والمستقبلات لدى مركز التنسيق.

3 – استخدام خطوط النقل:

يمكن استخدام خطوط النقل من أجل نقل المعلومات وإرسال الأوامر عن طريق أجهزة تحميل الإشارة على الموجة الكهربائية وميزاتها: أ– سهولة التعامل معها

ب– لا توجد كلفة دورية

مساوئها: أ– التأثر بالعوامل الجوية

ب– حدوث تشويه لموجة المعلومات في حال وجود مداريج على الشبكة الكهربائية

جـ- الكلفة التأسيسية عالية

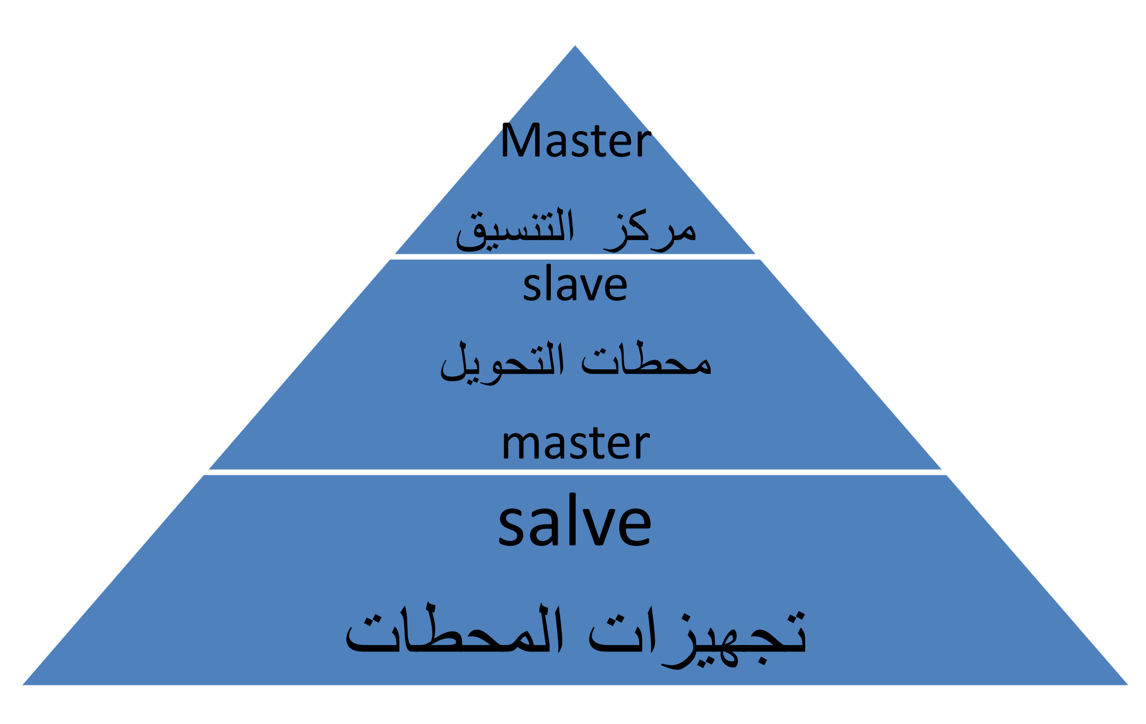
5-2-2-3- كتابة برنامج التحكم لمركز التنسيق

5-2-2-3-1- تصميم الرسوم

يتم تصميم رسوم مركز التنسيق حسب عدد محطات التحويل وتجهيزاتها وشبكة 66 KV كما هي الشبكة الفعلية بحيث تكون أقرب ما يمكن إلى الواقع.

5-2-2-3-2- مستويات العمل في البرنامج في برنامج التحكم المصمم

تم اعتماد مبدأ master- slave وتقسيمه إلى عدة مستويات ويمكن أن يكون أحد هذه المستويات هو master و slave بنفس الوقت و بدراسة العملية المنطقية التي تعمل بها المحطات الشكل (5–30) نجد وجود ثلاث مستويات وهي:



الشكل (5–30) مستويات العمل في برنامج التحكم SCADA

1 - طبقة تجهيزات المحطات ويعتبر هذا المستوى هو عبارة عن مجموعة من العناصر جميعها عناصر slave التي يتم التحكم بها.

2 – طبقة محطة التحويل وتتمثل بالعناصر البشرية المسؤولة عن إدارة العمل ضمن المحطة هذا المستوى هو master لمستوى تجهيزات المحطات و slave بالنسبة للطبقة الثالثة حيث تقوم بأخذ المعلومات من التجهيزات الكهربائية وترسلها إلى الطبقة الأعلى وتعطي الأوامر لمحطات التحويل وفق ما يأتيها.

3 – طبقة مركز التنسيق وتكون هي الـ master لكل النظام وتأخذ المعلومات من محطات التحويل وتعطي الأوامر لها ويمكن أن تعطي الأوامر لكل الطبقات مباشراً دون الرجوع إلى المستوى التابعة له.

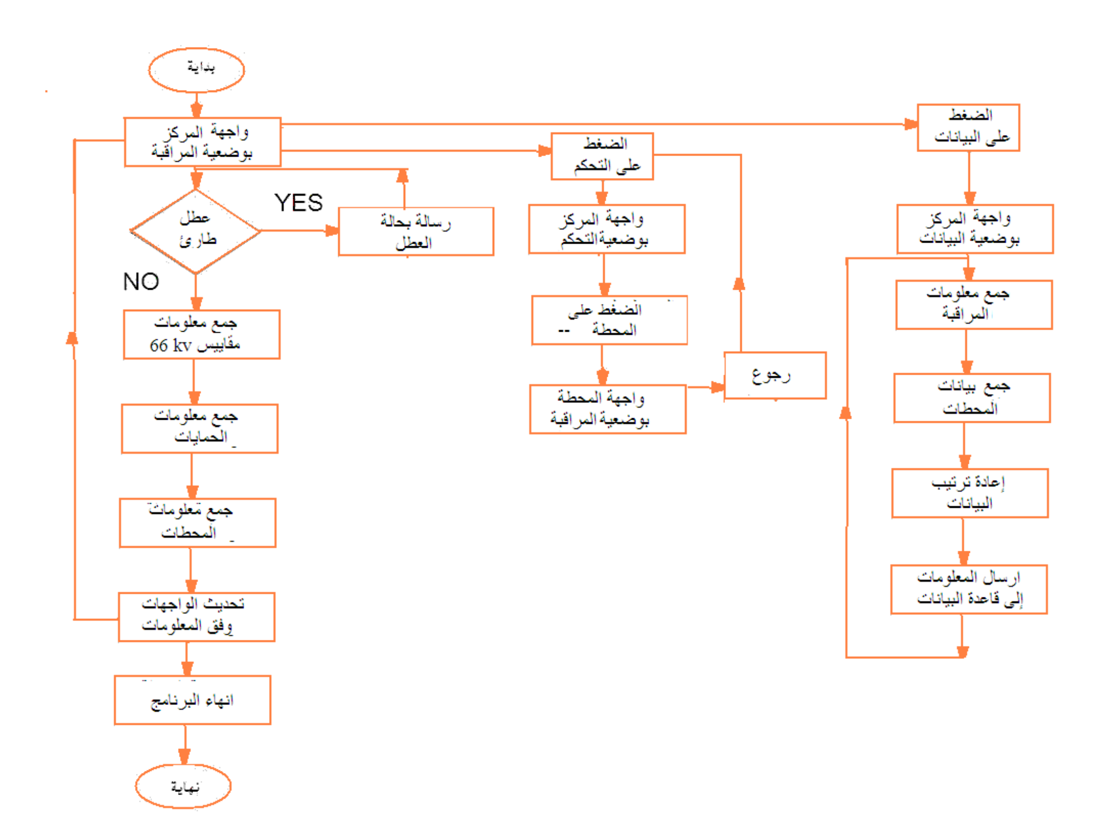
5-2-2-3-3- برنامج التحكم SCADA

يبدأ العمل في البرنامج بوضعية المراقبة بحيث لا يمكن التحكم في أي عنصر من العناصر الموجودة في الواجهة ولا يمكن الدخول إلى أي محطة وتكون العملية عبارة عن مراقبة لبارامترات الشبكة.

من أجل التحكم بالعناصر والدخول إلى المحطات يتم تفعيل التحكم عن طريق الضغط على مربع التحكم من أجل تفعيلها ويتم الدخول إلى المحطات بوضعية مراقبة طبعاً.

أما بالنسبة لعملية تحصيل المعلومات هي عبارة عن اتصال بالحواسيب الموجودة في المحطات بأي وقت كان، لجمع المعلومات يمكن تحصيل البيانات بأوقات يحددها المستخدم. [5]

يوضح الشكل (5–31) آلية عمل نظام SCADA



الشكل (5–31) آلية العمل في نظام SCADA

الفصل السادس

تطبيق نظام التحكم على محطات تحويل محافظة إدلب

6-1- مقدمة

إن التطور العلمي والتكنولوجي السريع والهائل أثر في كثير من المفاهيم العلمية والعملية في حياتنا اليومية، وغيّرها، وقد أخذ القطاع الصناعي الحيز الكبير من هذا التطور. حيث ساهم هذا التطور في دخول أنظمة متطورة وعناصر إلكترونية قابلة للبرمجة والتعديل وفق متطلبات العمل في أي لحظة مما ساهم بشكل كبير في زيادة الإنتاج ووثوقية العمل وخفض التكاليف وتقليل الأعطال المحتملة.

ومن جهة أخرى وبالنظر إلى واقع المحطات التحويل 66/20 KV الموجودة في بلادنا من ناحية أنظمة التحكم والقيادة فيها، نجد أن معظمها المحطات قد مر عليها عشرات السنين، وهي على وضعها السابق تقاد بطريقة تقليدية غالباً مما أدى وصول المحطات إلى حد تصبح عملية صيانتها مرهقة جداً وغير اقتصادية بسبب التوقعات الدائمة الناتجة عن الأعطال والتأخير في إصلاحها، ونظراً للظروف الاقتصادية فإن عملية استبدال المحطات القديمة بالمحطات حديثة ومتطورة أمر غير اقتصادي بل ومكلف جداً، وكان لابد من حل وسيط يكمن فيه التوفير الاقتصادي أي الاستفادة من المحطات في واقعها الراهن من الناحية الفنية ويؤمن أيضاً إدخال التقنيات الحديثة والمتطورة على هذه المحطات لتصبح بمرتبة المحطات الحديثة جداً والمتطورة، بل وأفضل لأنها سيعاد تصميم أنظمتها وفق متطلبات وحاجات العمل تماماً، ومن هذا الباب الواسع دخلت أجهزة الأتمتة لتكون اللبنة الأساسية في بناء أنظمة تحكم متطورة قابلة للبرمجة لتتناسب كل المتطلبات التكنولوجية بمختلف المجالات الصناعية.

6-2- واقع محطات التحويل 66/20 kv في محافظة إدلب

تحتوي الشبكة الكهربائية في محافظة إدلب على 13 محطة تحويل 66/20 KV هي:

1 - محطة ادلب الرئيسية وهي محطة 230/66/20 KV أقدم محطة في المحافظة تقوم بتغذية معظم المحطات عن طريق خطوط 66 KV.

جميع قواطع المحطة 66 KV هي من النوع ALSTOM.

فيها محولتين 230/66 KV باستطاعة 125 MVA وثلاث محولات 66/20 KV استطاعة كل منها 30 MVA. تحوي المحطة على 4 خطوط 230 KV و 6 خط 66 KV و 10 مخارج 20 KV لكل محولة.

المحولة الأولى هي محولة 30 MVA تغذي عشرة مخارج مع مجموعتي تعويض استطاعة ردية قيمة كل منها 5MVAR نسبة تحميلها في الذروة 90 %.

اسم المخرج	نوع الخلايا	نسبة محولات التيار	نوع الحمايات	نوع المقاييس
البلاط	ABB سعودي	300/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف
تفتناز	ABB سعودي	300/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف
أوتستراد	ABB سعودي	200/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف
خضار	ABB سعودي	300/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف
كفرجالس	ABB سعودي	300/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف
أريحا	ABB سعودي	200/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف
مسطومة	ABB سعودي	300/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف
مجارز	ABB سعودي	200/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف
الزيت	ABB سعودي	200/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف
زردنا	ABB سعودي	300/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف
المكثف 1	ABB سعودي	300/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف
المكثف 2	ABB سعودي	300/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف

المحولة الثانية محولة 30 MVA تغذي عشرة مخارج مع مجموعتي تعويض استطاعة ردية قيمة كل منها 5MVAR نسبة تحميلها في الذروة % 90.

اسم المخرج	نوع الخلايا	نسبة محولات التيار	نوع الحمايات	نوع المقاييس

المسلخ	ايراني Pars	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
سلقين	ايراني Pars	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
الجنوبي	ايراني Pars	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
البراد	ايراني Pars	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
سرمين	ايراني Pars	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
المحلج	ايراني Pars	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
الشمالي	ايراني Pars	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
احتياط	ايراني Pars	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
احتياط	ايراني Pars	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
احتياط	ايراني Pars	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
المكثف 1	سعودي ABB	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
المكثف 2	سعودي ABB	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية

المحولة الثالثة محولة 30 MVA تغذي عشرة مخارج مع مجموعتي تعويض استطاعة ردية قيمة كل منها 5MVAR نسبة تحميلها في الذروة % 90.

اسم المخرج	نوع الخلايا	نسبة محولات التيار	نوع الحمايات	نوع المقاييس
الصوامع	سعودي ABB	300/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف
البقعة	سعودي ABB	300/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف
بنش	سعودي ABB	300/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف
الاسكان	سعودي ABB	200/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف

معرتمصرين	ABB سعودي	300/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف
عرشاني	ABB سعودي	200/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف
معارة	ABB سعودي	300/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف
الفوعة	ABB سعودي	300/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف
القرميد	ABB سعودي	300/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف
احتياط	ABB سعودي	200/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف
المكثف 1	ABB سعودي	300/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف
المكثف 2	ABB سعودي	300/5	SPAJ140- ABB	مقياس متعدد الوظائف

2 - محطة المعرة

تتغذى من محطة تحويل إدلب ومحطة تحويل زيزون، تحتوي محطة المعرة 66/20 KV على محولتي قدرة كل منها 30 MVA ومجموعتي مكثفات لكل محولة.

فيها 5 قواطع لخطوط 66 KV   4 قواطع المانية وقاطع ABB.

المحولة الأولى: تقوم هذه المحولة بتغذية 10 مخارج ومجموعتي مكثفات 5MVAR نسبة تحميلها في الذروة % 84 ويمكن ربطها مع المحولة الثانية عن طريق كوبلاج 20 KV.

اسم المخرج	نوع الخلايا	نسبة محولات التيار	نوع الحمايات	نوع المقاييس
دير الشرقي	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
أريحا	زيتي الماني	200/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
مدجنة	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
بابيلا	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
محلول	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية

معمل	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
مساكن	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
سادكوب	زيتي الماني	200/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
المقلع	زيتي الماني	200/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
احتياط	زيتي الماني	200/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
المكثف 1	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
المكثف 2	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية

المحولة الثانية:

استطاعة هذه المحولة 30 MVA نسبة تحميلها في الذروة 83% مع وجود محموعتي مكثفات قسمة كل منها 5 MVAR وتغذي المخارج التالية:

اسم المخرج	نوع الخلايا	نسبة محولات التيار	نوع الحمايات	نوع المقاييس
الهلبة	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
مشفى	زيتي الماني	200/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
كفرنبل	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
معصران	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
مياه المعرة	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
القطع	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
أرمنايا	زيتي الماني	200/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
كفرباسين	زيتي الماني	200/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
معرشورين	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية

مسطومة	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
المكثف 1	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
المكثف 2	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية

3 - محطة تحويل جسر الشغور

تتغذى من محطة تحويل إدلب ومحطة تحويل زيزون، وتحتوي محطة جسر الشغور 66/20 KV على محولتي قدرة كل منها 20 MVA.

فيها 3 قواطع لخطوط 66 KV المانية.

المحولة الأولى: تقوم هذه المحولة بتغذية 10 مخارج نسبة تحميلها في الذروة % 87 ويمكن ربطها مع المحولة الثانية عن طريق كوبلاج 20 KV.

اسم المخرج	نوع الخلايا	نسبة محولات التيار	نوع الحمايات	نوع المقاييس
مشمشان	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
الفرن	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
كراجات	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
بداما	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
دركوش	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
احتياط	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
احتياط	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
احتياط	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
احتياط	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
احتياط	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية

المكثف 1	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
المكثف 2	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية

المحولة الثانية: استطاعتها 20 MVA وتقوم هذه المحولة بتغذية 10 مخارج نسبة تحميلها في الذروة 85 %.

اسم المخرج	نوع الخلايا	نسبة محولات التيار	نوع الحمايات	نوع المقاييس
السكر	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
القنية	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
العالية	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
فريكة	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
الروج	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
الكلاوي	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
سيجر	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
احتياط	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
احتياط	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
احتياط	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
المكثف 1	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية
المكثف 2	Pars ايراني	400/5	MiCom 122- Areva	مقاييس عادية

4 - محطة تحويل أريحا

تتغذى من محطة تحويل إدلب ومحطة تحويل جسر الشغور ،و تحتوي محطة أريحا 66/20 KV على محولتي قدرة كل منها 20 MVA مجموعة خلايا 20 KV هي خلايا معزولة بغاز الـ SF6.

فيها 2 قاطع لخطوط 66 KV المانية.

المحولة الأولى: تقوم هذه المحولة بتغذية 10 مخارج نسبة تحميلها في الذروة 54% ويمكن ربطها مع المحولة الثانية عن طريق كوبلاج 20 KV.

اسم المخرج	نوع الخلايا	نسبة محولات التيار	نوع الحمايات	نوع المقاييس
احسم	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف
البارة	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف
محمبل	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف
حيلا	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف
احتياط	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف
احتياط	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف
احتياط	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف
احتياط	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف
احتياط	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف
احتياط	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف
المكثف 1	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف
المكثف 2	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف

المحولة الثانية : استطاعتها 20 MVA وتقوم هذه المحولة بتغذية 10 مخارج نسبة تحميلها في الذروة 54%.

اسم المخرج	نوع الخلايا	نسبة محولات التيار	نوع الحمايات	نوع المقاييس
الشمالي	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف
الغربي	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف
كورين	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف
الرامي	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف
احتياط	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف
احتياط	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف
احتياط	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف
احتياط	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف
احتياط	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف
احتياط	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف
المكثف 1	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف
المكثف 2	Areva	400/5	MIFII-GE	مقياس متعدد الوظائف

5 - محطة تحويل سراقب

تتغذى من محطة تحويل إدلب ومحطة تحويل المعرة، وتحتوي محطة سراقب 66/20 KV على محولتي قدرة كل منها MVA 30.

فيها 2 قاطع لخطوط 66 KV من شركة ABB.

المحولة الأولى: تقوم هذه المحولة بتغذية 10 مخارج نسبة تحميلها في الذروة 56% مع مجموعتي مكثفات قيمة كل منها 5 MVAR ويمكن ربطها مع المحولة الثانية عن طريق كوبلاج 20 KV.

اسم المخرج	نوع الخلايا	نسبة محولات التيار	نوع الحمايات	نوع المقاييس

أبو الظهور القديم	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
خان السبل	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
سراقب الجديد	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
سراقب القديم	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
الإذاعة	ABB - هندي	200/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	200/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	200/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
المكثف 1	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
المكثف 2	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية

المحولة الثانية: استطاعتها 20 MVA وتقوم هذه المحولة بتغذية 10 مخارج نسبة تحميلها في الذروة 54%.

اسم المخرج	نوع الخلايا	نسبة محولات التيار	نوع الحمايات	نوع المقاييس
ريان	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
تل حديا	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
التليل	ABB - هندي	200/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
أبو ظهور	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية

الجديد				
الصناعة	ABB - هندي	200/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	200/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	200/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
المكثف 1	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
المكثف 2	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية

6 - محطة تحويل خان شيخون

تتغذى من محطة تحويل المعرة، وتحتوي محطة خان شيخون 66/20 KV على محولتي قدرة كل منها 30 MVA.

فيها 3 قاطع لخطوط 66 KV من شركة ABB.

المحولة الأولى: تقوم هذه المحولة بتغذية 10 مخارج نسبة تحميلها في الذروة % 63 مع مجموعتي مكثفات قيمة كل منها 5 MVAR ويمكن ربطها مع المحولة الثانية عن طريق كوبلاج 20 KV.

اسم المخرج	نوع الخلايا	نسبة محولات التيار	نوع الحمايات	نوع المقاييس
كفرسجنة	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
خان شيخون	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
حيش	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
زراعي	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية

الهبيط	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	200/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	200/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
المكثف 1	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
المكثف 2	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية

المحولة الثانية : استطاعتها 20 MVA وتقوم هذه المحولة بتغذية 10مخارج نسبة تحميلها في الذروة 54%.

اسم المخرج	نوع الخلايا	نسبة محولات التيار	نوع الحمايات	نوع المقاييس
حماميات	ABB - هندي	200/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
الخوين	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
كفرزيتا	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
التمانعة	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
كفرنبودة	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
مزارع كفرنبودة	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	200/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية

احتياط	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	200/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
المكثف 1	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
المكثف 2	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية

7 - محطة تحويل سنجار

تتغذى من محطة تحويل المعرة، وتحتوي محطة سنجار 66/20 KV على محولة قدرة استطاعتها 20 MVA .

فيها 1 قاطع لخطوط 66 KV من شركة ABB.

تقوم هذه المحولة بتغذية 10مخارج نسبة تحميلها في الذروة % 60 مع مجموعتي مكثفات قيمة كل منها 5 MVAR كما يوجد 10 مخارج ووصول للمحولة الثانية وامكانية الوصل عن طريق الكوبلاج.

اسم المخرج	نوع الخلايا	نسبة محولات التيار	نوع الحمايات	نوع المقاييس
أبومكي	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
مياه سنجار	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
أبو ظهور الجديد	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
غزيلة	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
حراكي	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
فرجة	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
حوا	ABB - هندي	200/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
شيخ بركة	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
برتقالة	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية

أبو طحيجة	ABB - هندي	200/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
المكثف 1	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
المكثف 2	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية

8 - محطة تحويل ابو كشة

تتغذى من محطة تحويل الزيزون بدارة مزدوجة ومحطة تحويل عين الزرقا بدارة مزدوجة ومحطة تحويل سلقين، وتحتوي محطة ابو كشة 66/20 KV على محولة قدرة استطاعتها 20 MVA.

فيها 5 قاطع لخطوط 66 KV من شركة ABB.

تقوم هذه المحولة بتغذية 10 مخارج نسبة تحميلها في الذروة 60 % مع مجموعتي مكثفات قيمة كل منها 5 MVAR.

اسم المخرج	نوع الخلايا	نسبة محولات التيار	نوع الحمايات	نوع المقاييس
الضهر	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
معزولة	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
مريامين	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
الروج	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	200/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	200/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية

احتياط	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	ABB - هندي	200/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
المكثف 1	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
المكثف 2	ABB - هندي	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية

9 - محطة تحويل زيزون

تعتبر محطة زيزون منبع التغذية الثاني في المحافظة فهي محطة 230/66/20 KV

تحتوي المحطة على محولة قدرة استطاعتها MVA 30.

فيها 5 قاطع لخطوط 66 KV من شركة المانية.

تقوم هذه المحولة بتغذية 10 مخارج نسبة تحميلها في الذروة % 72.

اسم المخرج	نوع الخلايا	نسبة محولات التيار	نوع الحمايات	نوع المقاييس
المساكن	Siemens	200/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احسم البارة	Siemens	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
جبل الزاوية	Siemens	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
زيادية اللج	Siemens	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
جدرايا	Siemens	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
محمبل	Siemens	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
شطحة	Siemens	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
زيارة	Siemens	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	Siemens	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
احتياط	Siemens	200/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية

المكثف 1	Siemens	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية
المكثف 2	Siemens	300/5	SPAJ140- ABB	مقاييس عادية

10 - محطة سلقين

تتغذى من محطة تحويل ابوكشة ومحطة تحويل الدانا، تحتوي محطة سلقين 66/20 KV على محولتي قدرة كل منها 20 MVA ومجموعتي مكثفات لكل محولة.

فيها 2 قواطع لخطوط 66 KV.

المحولة الأولى: تقوم هذه المحولة بتغذية 10 مخارج ومجموعتي مكثفات 5MVAR نسبة تحميلها في الذروة % 45 ويمكن ربطها مع المحولة الثانية عن طريق كوبلاج 20 KV.

اسم المخرج	نوع الخلايا	نسبة محولات التيار	نوع الحمايات	نوع المقاييس
عزمارين	زيتي الماني	200/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
كفرتخاريم	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
سلقين الجديد	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
احتياط	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
احتياط	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
احتياط	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
احتياط	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
احتياط	زيتي الماني	200/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
احتياط	زيتي الماني	200/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
احتياط	زيتي الماني	200/5	MIFII-GE	مقاييس عادية

المكثف 1	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
المكثف 2	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية

المحولة الثانية

استطاعة هذه المحولة 20 MVA نسبة تحميلها في الذروة % 47 مع وجود محموعتي مكثفات قسمة كل منها 5 MVAR وتغذي المخارج التالية:

اسم المخرج	نوع الخلايا	نسبة محولات التيار	نوع الحمايات	نوع المقاييس
سلقين القديم	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
حارم	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
العلاني	زيتي الماني	200/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
احتياط	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
احتياط	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
احتياط	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
احتياط	زيتي الماني	200/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
احتياط	زيتي الماني	200/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
احتياط	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
احتياط	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
المكثف 1	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
المكثف 2	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية

11 - محطة الدانا

تتغذى من محطة تحويل سلقين ومحطة تحويل ادلب الرئيسية، تحتوي محطة الدانا 66/20 KV على محولة قدرة 30 MVA ومجموعتي مكثفات للمحولة.

فيها 2 قواطع لخطوط 66 KV.

تقوم هذه المحولة بتغذية 10 مخارج ومجموعتي مكثفات 5 MVAR نسبة تحميلها في الذروة 85%.

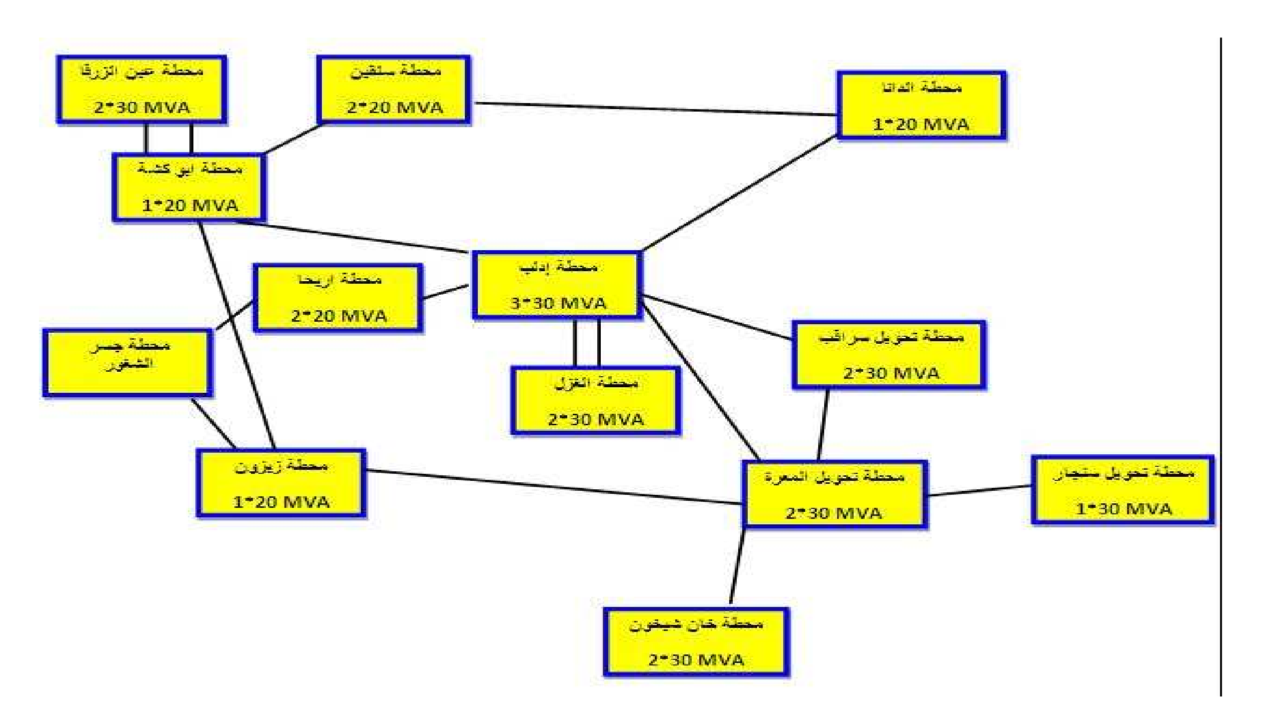
اسم المخرج	نوع الخلايا	نسبة محولات التيار	نوع الحمايات	نوع المقاييس
حارم	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
أطمة	زيتي الماني	200/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
الدانا	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
ترمانين	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
سرمدا	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
كللي	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
حربنوش	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
احتياط	زيتي الماني	200/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
احتياط	زيتي الماني	200/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
احتياط	زيتي الماني	200/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
المكثف 1	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية
المكثف 2	زيتي الماني	300/5	MIFII-GE	مقاييس عادية

12 – محطة الغزل: وهي محطة خاصة تستثمر من قبل الشركة العامة للغزل وتحتوي على محولتين 66/20 KV استطاعة كل منها 30 MVA وتحتوي على مجموعة من القواطع 20 KV من النوع الألماني الزيتي.

13 – محطة عين الزرقا: وهي أيضاً محطة تحويل خاصة تستثمر من قبل المؤسسة العامة لحوض العاصي لتشغيل مضخات مياه وتحتوي هذه المحطة على محولتين 66/6.3 KV.

وقواطعها ABB هندية معزولة بغاز الـ SF6.

ومخطط التوصيل الكهربائي بين المحطات موضح بالشكل (6–1).



الشكل (6–1) يبين مخطط شبكة 66 KV ومحطات التحويل في محافظة إدلب

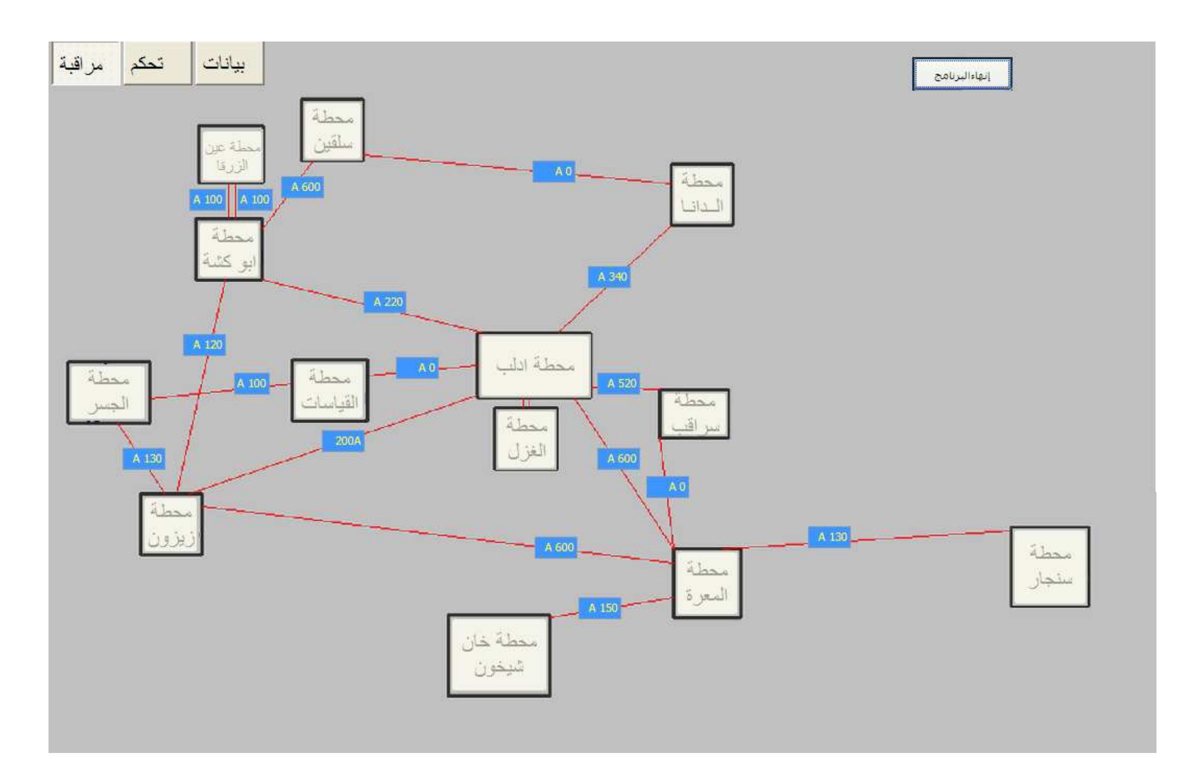
6-3- تطبيق نظام التحكم SCADA على مركز تنسيق إدلب

من خلال البنية الإدارية لمحطات التحويل في محافظة إدلب وعلى اعتبار مركز التنسيق موجود في محطة تحويل إدلب الرئيسية لذا اقترحنا تنفيذ نظام التحكم لمركز التنسيق فيها.

وبعد تركيب كل التجهيزات المطلوبة لبناء مركز التحكم الخاص بمركز التنسيق وتنصيب البرنامج ضمن الحواسيب.

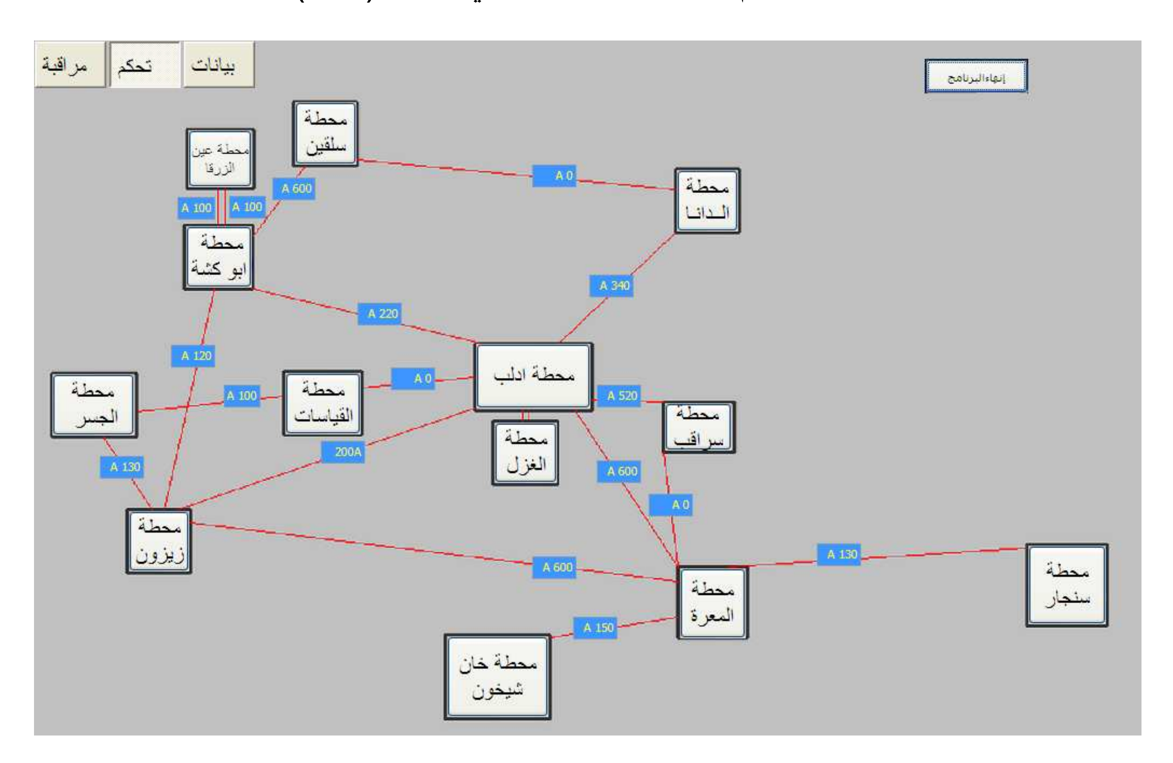
يتم تصميم برنامج التحكم SCADA في محافظة إدلب وفق المخطط الكهربائي لها بحيث يبين فيه أماكن تواجد المحطات وحمولات الخطوط ومن ثم وضع هذه الواجهة ضمن البرنامج مركز التنسيق وتكون هي الواجهة الرئيسية الشكل (6–2) مع تفعيل الميزات التي يتمتع بها هذا النظام.

في حال المراقبة نلاحظ وجود قيم التيار لكل خط 66 KV الموجودة في الشبكة.



الشكل (6–2) واجهة برنامج مركز التنسيق الرئيسية بوضعية مراقبة

للتحكم والدخول على المحطات يتم الضغط على لوحة التحكم فيتم تفعيل كل أشكال المحطات وأسمائها كدلالة على أن إمكانية التحكم أصبحت متاحة كما في الشكل (6–3).



الشكل (6–3) واجهة برنامج مركز التنسيق في وضعية تحكم

يتم الدخول على أي محطة بالضغط على مربع المحيط باسم المحطة ويبدأ برنامج مركز التنسيق بالدخول على برنامج المحطة والتحكم به وهو يقوم بنفس العمليات التي يقوم بها العنصر البشري الموجود في المحطة والمسؤول عن تشغيل برنامج التحكم فيها.

4-6- تطبيق نظام التحكم SCADA على محطات التحويل

إن التنوع الواسع في أنواع المحطات والتجهيزات القديمة الموجودة في المحطات يفرض علينا قبل البدء بتطبيق برنامج التحكم SCADA في المحطات القيام بما يلي:

1 – استبدال المقاييس العادية بأخرى متعددة الوظائف ذات منافذ اتصال تسمح لنا بأخذ القيم.

2 – دراسة كل مخططات المحطة لتحديد النقط التي سيتم ربطها مع البرنامج.

3 – تركيب شبكة الاتصال بما يتوافق مع الحمايات والمقاييس الموجودة.

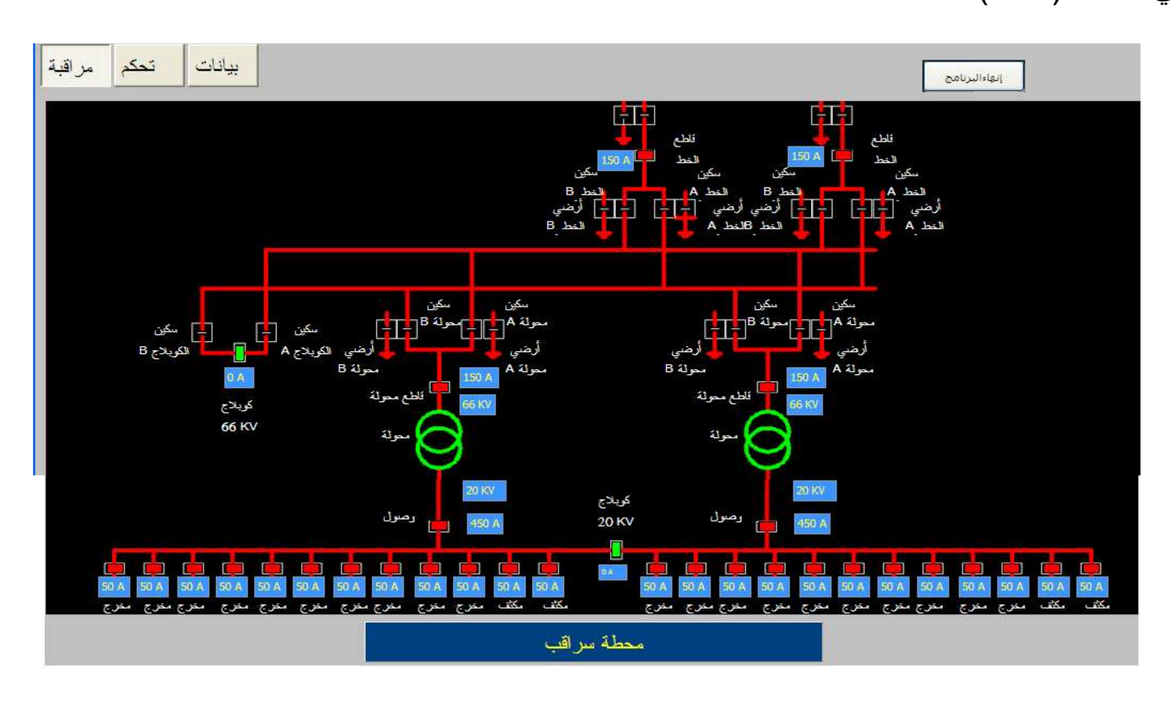
4 – دراسة عملية لنوع الـ PLC الذي يقوم بكل الوظائف التي سيكلف بها.

5 – القيام بعملية ترميز كل تجهيزة لكي لا يتعارض رقم تجهيزة مع أخر.

6 – تركيب الحواسيب في المحطات.

بعد ذلك يتم تنصيب برنامج التحكم SCADA في الحاسب والقيام بالاتصال وتزامن لكل التجهيزات الموصولة معه وذلك لجعل الوقت واحد في كل تجهيزات المحطة.

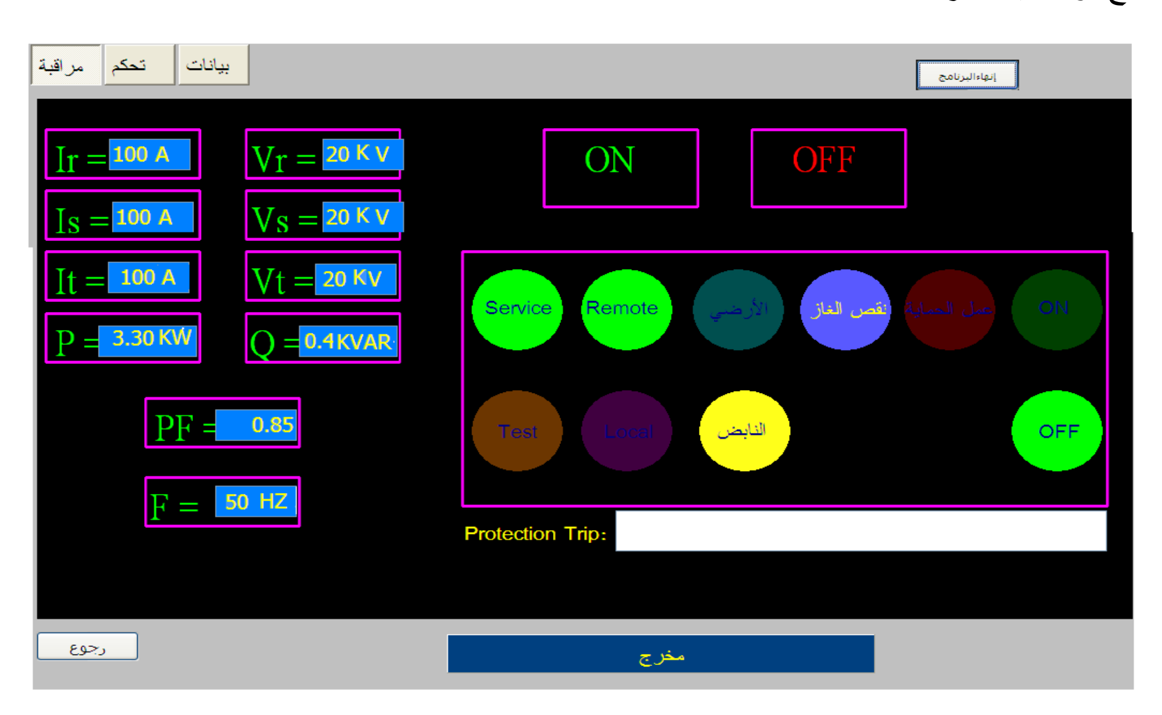
يبدأ البرنامج العمل من الواجهة الرئيسية له وهي واجهة محطة التحويل في وضعية المراقبة كما في الشكل (6–4).



الشكل (6–4) واجهة مركز التحكم المحطة الرئيسي بوضعية مراقبة

ونرى من خلاله اسم المحطة التي يتم التحكم بها وحالة القواطع الآلية والسكينية وقيم الحمولة لكل خط ومحولة.

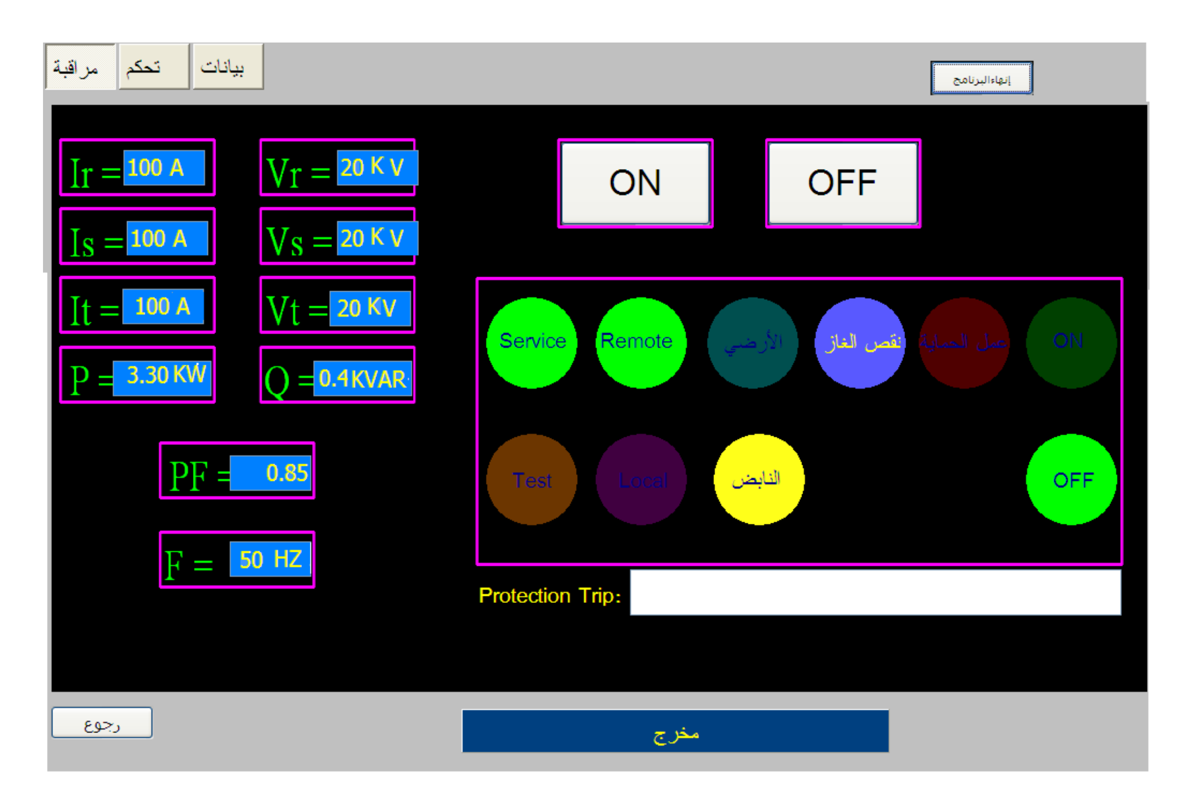
للتحكم بأي تجهيزة من تجهيزة المحطة يتم الضغط على تحكم في أعلى الصفحة والضغط على شكل التجهيزة المراد التحكم بها فيتم الدخول على الصفحة الخاصة بها يوضح الشكل (6–5)واجهة القاطع بوضعية المراقبة.



الشكل (6–5) واجهة مراقبة القاطع الآلي

يمكن مراقبة حالة القاطع منها جميع الإشارات التي تصدر منه وعطل الحماية التي ظهر فيها ومراقبة جميع البارامترات التي تخصه.

للتحكم يتم الضغط على كلمة تحكم ويصبح بالإمكان فصل أو وصل القاطع كما هو مبين في الشكل (6–6).



الشكل (6–6) واجهة التحكم بالقاطع الآلي

بالضغط على بيانات المخرج نجد ظهور جداول البيانات الخاص بهذا المخرج ولقد تم تصميمها على حسب الجداول المطلوبة في شركة كهرباء إدلب يبين الشكل (6–7) واجهة بيانات القاطع الآلي في البرنامج.

مراقبة | تحكم | بيانات | إنهاء البرنامج

جدول الحمولة | جدول الإنقطاعات | المنحني البياني

عامل الإستطاعة	حمولة (A)	وقت	التاريخ
0.9	100	1:00	12/3/2010
0.9	100	1:05	12/3/2010
0.9	100	1:10	12/3/2010
0.9	100	1:15	12/3/2010
0.9	100	1:20	12/3/2010
0.9	100	1:25	12/3/2010

الشكل (6–7) واجهة بيانات القاطع

6-5- ميزات النظام

لقد تم إعداد البرنامج بحيث يحقق الميزات التالية:

1 – السرعة:

إن أهم ما يتعلق ببرمجيات التحكم SCADA هي سرعة البرنامج في استجابة البرنامج لكل الأحداث وتنفيذ الأوامر المطلوبة ولقد تم تصميم هذه البرنامج بما يحقق سرعة عالية جداً عن طريق تقسيم العمل في البرنامج على مجموعة من المعالجات والاستفادة منها جميعاً وهي:

معالج PLC - معالج الحمايات – معالج المقاييس – معالجي الحاسبين.

والعامل المهم في مسألة السرعة هي سرعة الاتصال لكل التجهيزات الموصولة مع بعضها البعض .

2 – الوثوقية:

تم وضع تجهيزة احتياط لكل تجهيزة موجودة في المحطة من شأنها أن تأثر على عمل البرنامج بحيث تسلم المهام الموكلة إليها بشكل مباشر وأوتوماتيكي للاحتياط التي بدورها تقوم بإبلاغ المستوى الأعلى والمسؤول عن العمل بأنها استلمت المهام وهناك مشكلة في التجهيزة الأساسية يجب الإسراع في عملية صيانتها وإعادتها للخدمة.

كما يتم توصيل شبكات الاتصال في المحطة بحيث لا يؤثر فقد الاتصال في أي تجهيزة إلى وقف عملها وإعطاء إنذار بحالة عدم الاستجابة إلى رسالة الحاسب وبالنسبة لشبكات الاتصال بين مركز التنسيق ومراكز التحكم الفرعية في المحطات تم تأمين وسيلتي اتصال الأولى تكون شبكة الاتصال الرئيسية والثانية احتياط يمكنها نقل المعلومات شبكة الاتصال الرئيسية مع إعطاء سبب دخولها بالخدمة وانقطاع الاتصال على قناة الاتصال الرئيسية.

3 – الاستقرار:

إن تصميم نظام التحكم المعد يمكننا من القيادة المركزية و اللامركزية فالمركزية تكون من خلال تدخل المستوى الأعلى في كل المعلومات التي تخص قيادة النظام الكهربائية ومسائلته للمستوى الأدنى عن كل الأخطاء التي تحصل واللامركزية في اتخاذ القرارات مع مسؤولية كل مستوى بالنسبة للمستوى الأعلى.

وفي كلا الحالتين تسجل جميع هذه القرارات والأعمال ضمن الخلايا الذاكرة المخصصة مع تاريخ حدوثه والمسؤول عن القرار المتخذ حتى في حال فقد الاتصال فهنا لا تمسح الأحداث وتسجل وتبقى موجودة وترسل بعد إعادة الاتصال إلى المستوى الأعلى.

4 – الأمن:

تم وضع نظام أمني لهذا النظام لمنع عمليات الاختراق فهذا النظام معزول عن أي شبكة يمكن الدخول من خلالها وترسل المعلومات بترميز معين لا يمكن لأي شخص فهم المعنى من البيانات المرسلة إلا في حال معرفة كود الترميز الذي تم به تشفير البرنامج.

وبالنسبة لمجموعة المستخدمين تم وضع نظام الأمن الخاص به وهو عبارة عن جهاز يوصل مع الحاسب يتعرف على المناوب من خلال بطاقة واسم مستخدم وكلمة سر أو بصمة بحيث لا يمكن لأي شخص الدخول إلى البرنامج إلا بعد وضع البطاقة وإدخال اسم المستخدم وكلمة السر وإن عناصر مركز التنسيق هم المعنيون بعملية مراقبة أمن نظام التحكم حيث يمكن لهم معرفة الجهاز الذي يتم محاولة اختراق النظام منه عن طريق إنذار يعمل عند إدخال المعلومات خاطئة ثلاث مرات وإبلاغ السلطات عن محاولة الاختراق تلك. وفي نهاية كل يوم تتم مراجعة المعلومات من قبل عناصر مركز التنسيق ومسائلة كل مناوبي المحطات عن الأعمال التي تم القيام بها من قبلهم.

6-6- النتائج

1 – زيادة استقرار الشبكة الكهربائية وتخفيف كمية الطاقة المفصولة الناتجة عن اضطرابات الشبكة الكهربائية:

لدى حدوث عطل على الشبكة الكهربائية فإن هذا العطل يرتد على المنبع مما يؤثر في بعض الحالات وخصوصاً في الشبكة التي تعاني بالأصل من ضعف في توليد الطاقة الكهربائية إلى خروج إحدى المولدات من الخدمة يبدأ الشبكة الكهربائية في الاضطراب وتردد الشبكة بالتفاوت ويجب في هذه الحالة الإسراع إلى فصل الطاقة الكهربائية بما يعادل النقص الحاصل في التوليد وبما أن الوسيلة المتوفرة في الوقت الراهن هي وسيلة الهاتف نلاحظ إن عملية عدم الاستقرار تكبر وحمايات انخفاض التردد تقوم بفصل خطوط توتر 66 KV مما يعني فصل مجموعة من محطات التحويل وانقطاع التيار الكهربائي لفترات متفاوتة حسب إعادة الاستقرار للشبكة الكهربائية.

بوجود نظام المراقبة والتحكم المعد في هذا البحث نجد أن العملية لا تستهلك الوقت الكثير وإنما جزء من الثانية ليكون الوضع مستقر وذلك عن طريق إرسال رسائل مباشرة إلى مراكز التنسيق في المحافظات والتي تقوم بسرعة بعمليات فصل على مستوى المخارج وتعيد الاستقرار للشبكة الكهربائية.

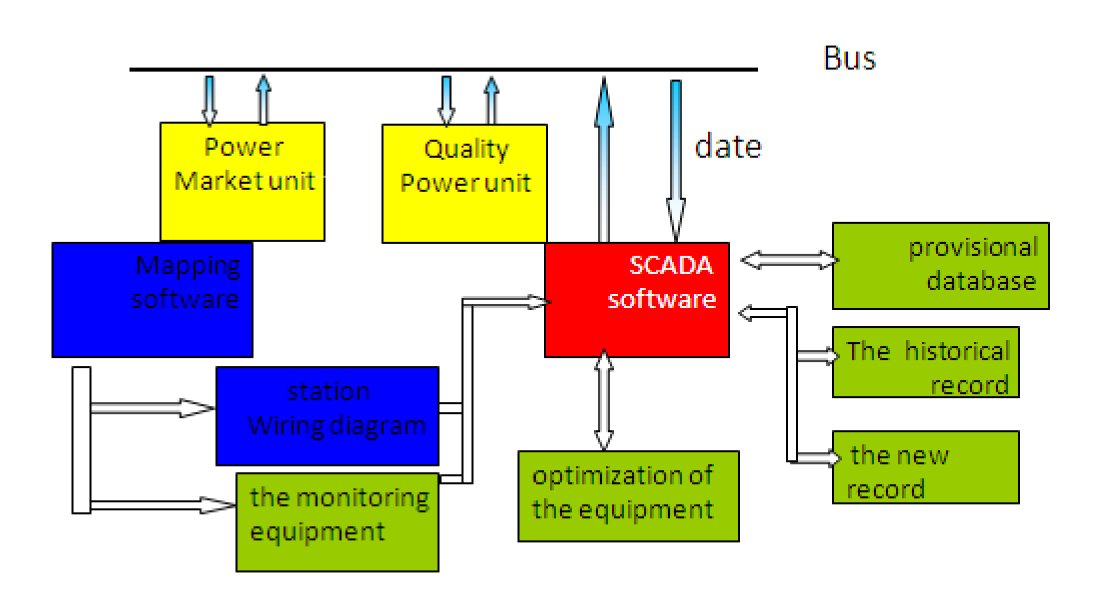
نوع المقارنة	مع نظام تحكم	بدون نظام تحكم
كمية الطاقة المفصولة	10 %	40 %
الوقت المستغرق لإجراء الاتصال	00:01	60:00
الحماية الترددية	لا داعي لوجودها	تعمل في أغلب الأحيان

2 – المراقبة اللحظية للحمولات و إعادة توزيع الحمولات:

مراقبة كافة بارامترات شبكة النقل وشبكة التوزيع الكهربائية في محافظة إدلب مما يسمح لنا برؤية شاملة عن كل أحمال الشبكة واتخاذ الإجراءات اللازمة التي تمنع وقوع أعطال زيادة التيار مثل تغيير اتجاهات التغذية بحيث يمكن التخفيف عن أي خط محمل بشكل كبير إلى خطوط أخرى التي يمكن نقل الحمولة إليها لأنه في حال عدم استخدام أنظمة المراقبة للشبكات نحتاج إلى عملية تنسيق كبيرة على مستوى المحطات وإجراء مجموعة من الاتصالات الهاتفية من أجل نقل هذه الحمولة إلى خطوط أخرى لذا نضطر في كثير من الأحيان إلى فصل بعض الحمولات كحالة تقنين ولا يكون هناك أي حالة عطل لكن لو كان هناك برنامج مراقبة يسمح لنا برؤية كافة التيارات على الشبكة الكهربائية فإننا نقوم بإعادة توزيع الحمولة بشكل صحيح.

3 – تحسين جودة الطاقة الكهربائية:

إن برنامج التحكم المعد في هذا البحث يعتبر بمثابة المراقب لتحسين جودة الطاقة وإعطاء كل الحالات التي يكون فيها خروج لبارامترات الطاقة الكهربائية عن الحدود الاسمية المحددة لكل بارامتر على الأقل في محطات التحويل التي تقوم بتحويل الطاقة الكهربائية من شبكة النقل 66 KV إلى شبكة التوزيع 20 KV ويبين الشكل (6–8) كيفية بناء وحدات لمعالجة مشاكل المنتج الكهربائية كسلعة يجب المحافظة على جودتها من خلال أنظمة التحكم SCADA.



الشكل (6–8) كيفية الاستفادة من برمجية الـ SCADA في تحسين جودة الكهرباء

4– زيادة الوثوقية للشبكة الكهربائية وتقليل أزمنة فصل التغذية الكهربائية:

التحكم عن بعد بالشبكة الكهربائية عن طريق فصل ووصل القواطع الآلية 66 KV و 20 KV مما يسمح بتقليل الزمن اللازم لعملية الفصل والوصل لقاطع وهذا الزمن ينتج من إجراء عملية الحجز عن طريق الاتصال الهاتفي بعناصر محطة التحويل ورفع طلب الحجز لهم وبدورهم يقوموا بالاتصال أيضاً بمركز التنسيق من أجل أخذ الأذن بإجراء الحجز لورشة الصيانة لكن باستخدام برنامج التحكم تكون عملية الحجز بإجراء اتصال مع مركز التنسيق وتنفيذ عملية الحجز مباشرة.

كما الدراسة التحليلية للأعطال التي تحصل في الشبكة الكهربائية من خلال قاعدة البيانات المعدة في برنامجنا هذا تتيح لنا بإجراء عملية الصيانة الوقائية وتقوم الورشات بإجراء الصيانة بعد دراسة عملية للشبكة الكهربائية وتأمين وسائل تغذية بديلة.

5– قاعدة بيانات تشمل كافة بارامترات الشبكة الكهربائية:

إن قاعدة البيانات هذه تمكننا من متابعة تحميل الشبكات الكهربائية ودراستها بشكل دقيق دون فرض أي قيمة ، فبالطريقة المتبعة لا يوجد وثيقة في المحطة عن حالة الشبكة سوى جدول الحمولات للخطوط وهي عبارة عن حمولة كل خط تؤخذ كل ساعة مما يشكل نقص كبير في البيانات اللازمة لإجراء أية دراسة عن هذه الشبكة والقيام بعملية فرض قيم تقريبية لجميع البارامترات التي لا يمكنه الحصول عليها وبالتالي تكون كل النتائج التي يحصل عليها مبنية على أساس الفرضيات التي تم اعتمادها في بداية الدراسة أما بوجود برنامج التحكم المعد في هذه العمل يكون لدينا قاعدة بيانات يمكن استخدامها بشكل واسع في الدراسات والأبحاث المجالات التالية:

أ - دراسة سريان الاستطاعة وبشكل دقيق وفي كل الأوقات وخلال الذروة العليا والدنيا للمخرج وبالتالي اقتراح الحلول الصحيحة يما يتناسب مع النتائج الدراسة.

ب – دراسة تطور الأحمال على الشبكة الكهربائية لأن البرنامج المعد يسمح لنا رؤية كل الأحمال التي سجلت ولمدة طويلة من الزمن مع منحنيات التحميل اليومي لكل خطوط الشبكة الكهربائية.

6 – الحصول على برنامج تحكم SCADA.

1 - تقليل تواجد العنصر البشري في المحطات حيث يتواجد في المحطة عاملين على الأقل في كل محطة يقومان بقيادة المحطة يعملون تحت إشراف عناصر مركز التنسيق.

2 – الكلفة الاقتصادية الأقل من استخدام برمجيات التحكم SCADA الجاهزة.

3 – الصيانة السهلة والاعتماد على الأيدي والخبرات المحلية الموجودة وهي ليست أقل شأناً ممن يستطيعوا إنشاء مثل هذه البرامج.

الخاتمة والمقترحات

1 – العمل على تطوير البرنامج بحيث يصبح التحكم بالمحطات بشكل مطلق وإلغاء العامل البشري بشكل كامل منها وتطبيق هذه الأمر يكون عن طريق إيجاد آلية ميكانيكية لوضع آلية الأرضي على المخرج وإدخال وإخراج القاطع وهذا ليس بالأمر الصعب.

2 – العمل على تطوير البرنامج ليشمل كل المحافظة بكل مستويات التوتر وخاصة شبكات المنخفض عن طريق مراكز التحويل والصعوبة تأتي من العدد الكبير لها وقلة التجهيزات التي تساعد على التحكم بها.

3 – إن البرمجية التي تم إتباعها هي برمجية سهلة التعامل معها وسريعة قابلة أيضاً للتوسع على قاعدة master- salve لكل القطر غير مرتبط بمستويات الشبكة الموجودة أو نظام استثمار في البلد وقابل للتطوير على باقي مستويات جهود الشبكة السورية وإنشاء هذا النظام بشكل تدريجي بحيث يتم التحكم بكافة مستويات الجهد ومحطات التحويل وفقا للنظام الموجودة في البلد لذا نقوم بتقسيم العمل إلى مستويات المسؤولية:

تقسيم النظام إلى مستويات المسؤولية:

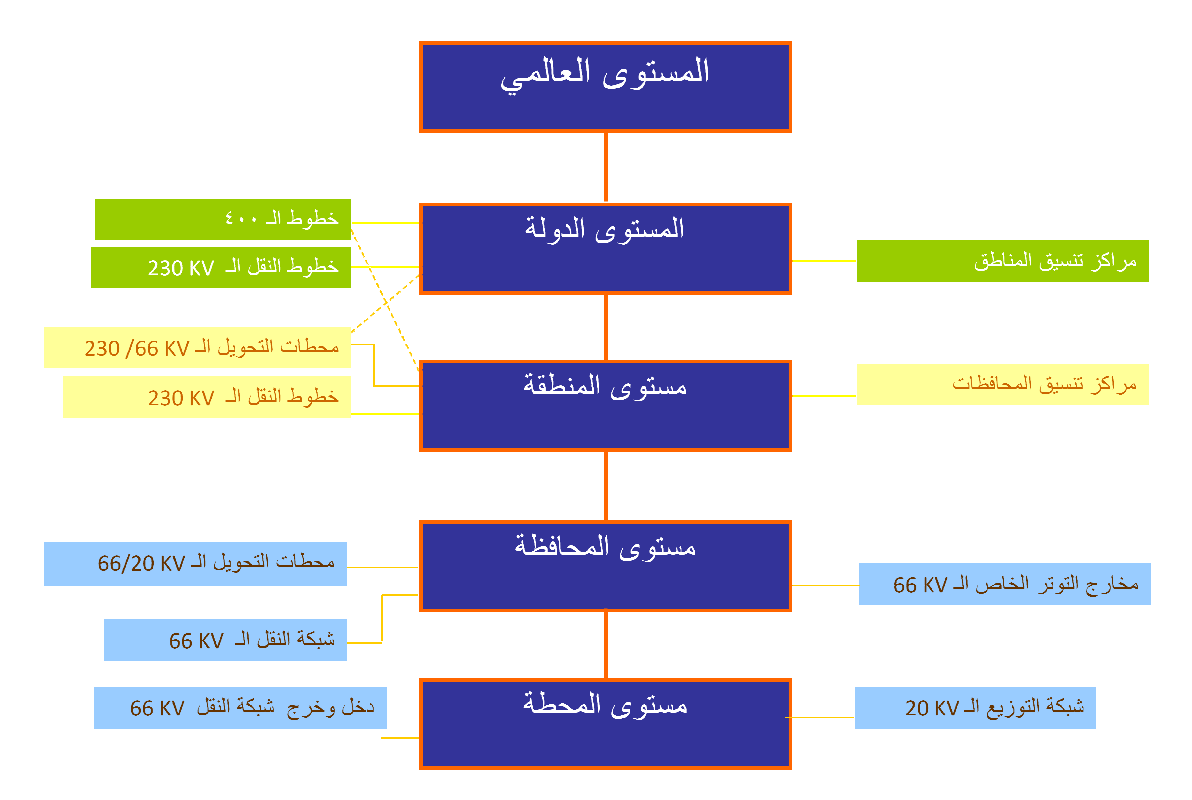
1 - المستوى العالمي: وهو عبارة عن صفحة توضع فيها معطيات الشبكات المحلية للبلدان ويوجد هذا المستوى في حالة وجود اتفاقية عالمية من أجل ربط شبكات الدول مع بعضها البعض ولا يحق لهذا النظام سوى مراقبة الشبكة وأخذ بعض المعطيات عن الشبكة المحلية ومن ثم مخاطبة المسؤوليين عن حالة الشبكة.

2 - مستوى الدولة: يتحكم هذا المستوى بالشبكة الكهربائية العامة للقطر وترسل جميع معلومات الشبكة إليه وهو بدوره يقوم بإعطاء الأوامر إلى جميع المستويات ومن صلاحيات هذا المستوى محاكمة أي مستوى آخر عن أسباب انقطاع التيار الكهربائي ومعرفة أسباب الانقطاع وهو وسيلة الربط مع المستوى العالمي.

3 - مستوى الإقليم: يسيطر على جميع مستويات الجهد العالي والمتوسط التابعة لإقليم ما بحيث توزع عملية التحكم ومراقبة شبكة الإقليم مما يزيد من وثوقية الشبكة الكهربائية.

4 - مستوى المحافظة: هي تتحكم بكافة مستويات الجهد التي تغذي المحافظة بكاملها من خلال محطات التحويل الموجودة في المحافظة وهو المستوى الذي تم عمل برنامج التحكم الـ SCADA له.

5 - مستوى المحطة: هو عبارة عن مركز موجود في محطة تحويل المدينة 66/20 KV يتحكم بالجهد المتوسط المغذي لشبكة توزيع المدينة عن طريق مجموعة قواطع المحطة الآلية 20 KV.



4 – الاستفادة من قاعدة البيانات في دراسة الشبكات وحساب هبوط التوتر والفاقد على الشبكة باستخدام برامج سريان الاستطاعة والتي تقوم بأخذ المعلومات المطلوبة من قاعدة البيانات وبشكل لحظي.

المراجع

1 - د .فؤاد شكري كردي .المحطات / 1/.1989.جامعة حلب

2 - د .فؤاد شكري كردي .المحطات / 2/.1991.جامعة حلب

3 – د .أجمد سمر فلاحة . حمايات نظم القدرة الكهربائية / 1/ .1998 . جامعة حلب

4 – القاسم محمد ، ونوس يوسف عبدو ، التحكم الكهربائي الصناعي 2002 ، صادر عن دار شعاع للنشر

5 - Hui Ren , , Substation Automation , 2008 North China Electric Power University

6 – مريشة شوقي يوسف . المتحكمات المنطقية القابلة للبرمجة .2003 .دار شعاع , 20 - 35 .

7 - ACKERMAN J W , BLOCK W R ,1992 - Understanding Supervisory System , IEEE Computer Application In Power , 5 (4) ,

8 - CLARKE G , REYNERS D , 2004 Practical Modern SCADA Protocols , IDC Technologies

9 - BAILEY D , WRIGHT E , 2003 , Practical SCADA For Industry , IDC , Technologies

10 - BAILEY D , WRIGHT E , 2003 , Practical SCADA For Industry , IDC , Technologies

11 – صبحي سلامة ، أتمتة أنظمة عمل محطة تحويل 66 / 20 KV ، 2010 ، جامعة حلب

12 – Manual Circuit SEMIENS ، 2010 ، SEMIENS Company

13 – Manual GE Protaction ، 2009 ، General Electric Company

الملحقات

الملحق (1)

1	Master Element
2	Time delay starting or closing relay
3	Checking or interlocking relay
4	Master Contactor
5	Stopping Device
6	Starting CB
7	Anode CB

8	Control Power Disconnecting Device
9	Reversing Device
10	Unit Sequence Switch
11	Res. for future application (FA)
12	Overspeed Device
13	Synchronous speed Device
14	Underspeed Device
15	Speed or frequency matching Device
16	FA
17	Shunting or Discharge sw
18	Acc. or Dec. Device
19	Starting-to-running Trans. contactor
20	Elect. op. valve
21	Distance Relay
22	Equalizer CB
23	Temp. Con. Device
24	FA
25	Syn. ch.Dev
26	App.Th.Dev
27	Undervoltage relay

29	Isolating Contactor
30	Ann. Relay
31	Sep. Ex. Dev
32	Directional Power relay
33	Pos. sw
34	Mot.-op. seq. sw
35	Brush-operating or slip ring short circuiting device
36	polarity device
37	Undercurrent or under power relay
38	Bearing protective device
39	FA
40	Field relay
41	Field CB
42	Running CB
43	Manual transfer or Sel. Dev
44	Unit Seq. start. rel
45	FA
46	Rev.ph.or ph.bal. relay
47	ph. seq. vol. relay
48	Incmplete seq. relay

49	Machine or transformer thermal relay
50	Instantaneous overcurrent or rate of rise relay
51	AC Ovrcurrent Rel
52	AC CB
53	Ex. or DC Gen. Relay
54	High speed DC CB
55	P factor Relay
56	Field App. Relay
57	Short-circuiting Grounding Device
58	Power Rectifier Misfire Relay
59	Overvoltage Relay
60	Vol. Balance Relay
61	Current Balance Relay
62	Time delay stopping or opening relay
63	Liquid or Gas Pressure, level or flow relay
64	Ground Protection Relay
65	Governor 66. Notching or jogging device
67	AC Directional Overcurrent Relay
68	Blocking Relay
69	Permissive control device

70	Electrically operated rheostat
71	FA
72	DC CB
73	Load resistor contactor
74	Alarm relay
75	Position changing mechanism
76	DC overcurrent relay
77	Pulse transmitter
78	Phase angle meas.or Out-of-step Prot. rel
79	AC Reclosing relay
80	FA
81	Frequency Relay
82	DC Reclosing relay
83	Automatic Selective Control or transfer relay
84	Operating mechanism
85	Carrier or Pilot wire Receive relay
86	Lock out relay
87	Differencial relay
88	Auxiliary motor or motor generator
89	Line switch

90	Regulating device
91	Voltage directional relay
92	Voltage or power directional relay
93	Field changing contactor
94	Tripping or trip-free relay
95-99	specific application other than included above

الملحق (2)

TabSheet17: TTabSheet؛

PageControl5: TPageControl؛

TabSheet18: TTabSheet؛

Image53: TImage؛

BitBtn86: TBitBtn؛

Panel1: TPanel؛

IRC: TEdit؛

؛ISC: TEdit

؛ITC: TEdit

؛PC: TEdit

؛VRC: TEdit

؛VSC: TEdit

؛VTC: TEdit

؛QC: TEdit

؛PFC: TEdit

؛FC: TEdit

؛TabSheet19: TTabSheet

؛BitBtn87: TBitBtn

؛TabSheet20: TTabSheet

؛BitBtn88: TBitBtn

؛TabSheet21: TTabSheet

؛BitBtn89: TBitBtn

؛Image54: TImage

؛BitBtn90: TBitBtn

؛Panel2: TPanel

؛IRM: TEdit

؛ISM: TEdit

؛ITM: TEdit

؛PM: TEdit

؛VRM: TEdit

؛VSM: TEdit

؛VTM: TEdit

؛QM: TEdit

؛PFM: TEdit

؛FM: TEdit

MainTransformer: TPageControl

الملحق (3)

MEM.;BIT;LENGTH;NAME;INTERNAL;FORMAT;TYPE;ID;GROUP;MIN;MAX;SCALE;UNIT;

0138;;4;Phase CT Ratio;Phase CT Ratio;FLOAT32(INTEL);RW;700;PRODUCT SETUP;1;4000;1;;

013C;;4;Ground CT Ratio;Ground CT Ratio;FLOAT32(INTEL);RW;701;PRODUCT SETUP;1;4000;1;;

0140;;16;IDENTIFICATION;IDEN;BYTES ARRAY;RW;104;ADV. GENERAL SETTINGS;;;;;

0150;;4;Trip Min Time;Trip Min Time;FLOAT32(INTEL);RW;106;ADV. GENERAL SETTINGS;50;300;1;ms;

0154;;4;Delay;Delay;FLOAT32(INTEL);RW;107;BF TO OPEN;50;999;1;ms;

0158;0;2;Settings Group;Settings Group;BIT;RW;105;ADV. GENERAL SETTINGS;;;;;

015A;0;2;Relay Operation;Relay Operation;BIT;RW;126;PRODUCT SETUP;;;;;

015A;1;2;Frequency;Frequency;BIT;RW;127;PRODUCT SETUP;;;;;

015C;0;2;Trip Enable 51P;Trip Enable 51P;BIT;RW;119;PHASE TOC 51P;;;;;

015C;1;2;Trip Enable 51G;Trip Enable 51G;BIT;RW;120;GROUND TOC 51G;;;;;

015C;2;2;Trip Enable 50P1;Trip Enable 50P1;BIT;RW;121;PHASE IOC 50P1;;;;;

015C;3;2;Trip Enable 50P2;Trip Enable 50P2;BIT;RW;122;PHASE IOC 50P2;;;;;

015C;4;2;Trip Enable 50G1;Trip Enable 50G1;BIT;RW;123;GROUND IOC 50G1;;;;;

015C;5;2;Trip Enable 50G2;Trip Enable 50G2;BIT;RW;124;GROUND IOC 50G2;;;;;

015C;6;2;Trip Enable 49;Trip Enable 49;BIT;RW;125;THERMAL MODEL 49;;;;;

015E;;4;Pickup 51P;Pickup 51P;FLOAT32(INTEL);RW;128;PHASE TOC 51P;0.1;2.4;100;In;

0162;;2;Curve 51P;Curve 51P;ENUMERATION: (1)MOD INVERSE (2)VERY INVERSE (4)EXTR INVERSE (8)DEFINITE TIME (16)USER ;RW;129;PHASE TOC 51P;;;;;

0164;;4;TD Mult 51P;TD Mult 51P;FLOAT32(INTEL);RW;130;PHASE TOC 51P;0.05;2;100;;

0168;;4;Def Time 51P;Def Time 51P;FLOAT32(INTEL);RW;131;PHASE TOC 51P;0;600;100;s;

016C;;4;Pickup 51G;Pickup 51G;FLOAT32(INTEL);RW;132;GROUND TOC 51G;0.1;2.4;100;In;

0170;;2;Curve 51G;Curve 51G;ENUMERATION: (1)MOD INVERSE (2)VERY INVERSE (4)EXTR INVERSE (8)DEFINITE TIME (16)USER ;RW;133;GROUND TOC 51G;;;;;

0172;;4;TD Mult 51G;TD Mult 51G;FLOAT32(INTEL);RW;134;GROUND TOC 51G;0.05;2;100;;

0176;;4;Def Time 51G;Def Time 51G;FLOAT32(INTEL);RW;135;GROUND TOC 51G;0;600;100;s;

017A;;4;Pickup 50P1;Pickup 50P1;FLOAT32(INTEL);RW;136;PHASE IOC 50P1;0.1;30;10;In;

017E;;4;Delay 50P1;Delay 50P1;FLOAT32(INTEL);RW;137;PHASE IOC 50P1;0;600;100;s;

0182;;4;Pickup 50P2;Pickup 50P2;FLOAT32(INTEL);RW;138;PHASE IOC 50P2;0.1;30;10;In;

0186;;4;Delay 50P2;Delay 50P2;FLOAT32(INTEL);RW;139;PHASE IOC 50P2;0;600;100;s;

018A;;4;Pickup 50G1;Pickup 50G1;FLOAT32(INTEL);RW;140;GROUND IOC 50G1;0.1;30;10;In;

018E;;4;Delay 50G1;Delay 50G1;FLOAT32(INTEL);RW;141;GROUND IOC 50G1;0;600;100;s;

0192;;4;Pickup 50G2;Pickup 50G2;FLOAT32(INTEL);RW;142;GROUND IOC 50G2;0.1;30;10;In;

0196;;4;Delay 50G2;Delay 50G2;FLOAT32(INTEL);RW;143;GROUND IOC 50G2;0;600;100;s;

019A;;4;Pickup 49;Pickup 49;FLOAT32(INTEL);RW;144;THERMAL MODEL 49;0.1;2.4;100;In;

019E;;4;Alarm Level 49;Alarm Level 49;FLOAT32(INTEL);RW;200;THERMAL MODEL 49;70;100;1;%;

01A2;;4;Heat Time 49;Heat Time 49;FLOAT32(INTEL);RW;145;THERMAL MODEL 49;3;600;1;min;

01A6;;4;Cool Time 49;Cool Time 49;FLOAT32(INTEL);RW;146;THERMAL MODEL 49;1;6;1;T1;

01AA;;4;Number of Shots;AR Max Shots;FLOAT32(INTEL);RW;21299;AUTORECLOSER 79;1;4;1;;

01AE;;4;AR Dead time shot 1;AR Dead Time 1;FLOAT32(INTEL);RW;21300;AUTORECLOSER 79;0.1;600;100;s;

01B2;;4;AR Dead time shot 2;AR Dead Time 2;FLOAT32(INTEL);RW;21301;AUTORECLOSER 79;0.1;600;100;s;

01B6;;4;AR Dead time shot 3;AR Dead Time 3;FLOAT32(INTEL);RW;21302;AUTORECLOSER 79;0.1;600;100;s;

01BA;;4;AR Dead time shot 4;AR Dead Time 4;FLOAT32(INTEL);RW;21303;AUTORECLOSER 79;0.1;600;100;s;

01BE;;4;AR Reset Lockout Time;AR Rst LO

Delay;FLOAT32(INTEL);RW;21304;AUTORECLOSER 79;0.1;600;100;s;

01C2;;4;AR Incomplete Sequence Time;AR Inc Seq Time;FLOAT32(INTEL);RW;21305;AUTORECLOSER 79;0.1;600;100;s;

01C6;;4;AR Reset time;AR Reset Time;FLOAT32(INTEL);RW;21306;AUTORECLOSER 79;0.1;600;100;s;

01CA;0;2;Trip Enable 51P T2;Trip Enable 51P;BIT;RW;148;PHASE TOC 51P (group 2);;;;;

01CA;1;2;Trip Enable 51G T2;Trip Enable 51G;BIT;RW;149;GROUND TOC 51G (group 2);;;;;

01CA;2;2;Trip Enable 50P1 T2;Trip Enable 50P1;BIT;RW;150;PHASE IOC 50P1 (group 2);;;;;

01CA;3;2;Trip Enable 50P2 T2;Trip Enable 50P2;BIT;RW;151;PHASE IOC 50P2 (group 2);;;;;

01CA;4;2;Trip Enable 50G1 T2;Trip Enable 50G1;BIT;RW;152;GROUND IOC 50G1 (group 2);;;;;

01CA;5;2;Trip Enable 50G2 T2;Trip Enable 50G2;BIT;RW;153;GROUND IOC 50G2 (group 2);;;;;

01CA;6;2;Trip Enable 49;Trip Enable 49;BIT;RW;171;THERMAL MODEL 49 (group 2);;;;;

01CC;;4;Pickup 51P T2;Pickup 51P;FLOAT32(INTEL);RW;155;PHASE TOC 51P (group 2);0.1;2.4;100;In;

01D0;;2;Curve 51P T2;Curve 51P;ENUMERATION: (1)MOD INVERSE (2)VERY INVERSE (4)EXTR INVERSE (8)DEFINITE TIME (16)USER ;RW;156;PHASE TOC 51P (group 2);;;;;

01D2;;4;TD Mult 51P T2;TD Mult 51P;FLOAT32(INTEL);RW;157;PHASE TOC 51P (group 2);0.05;2;100;;

01D6;;4;Def Time 51P T2;Def Time 51P;FLOAT32(INTEL);RW;158;PHASE TOC 51P

(group 2);0;600;100;s;

01DA;;4;Pickup 51G T2;Pickup 51G;FLOAT32(INTEL);RW;159;GROUND TOC 51G (group 2);0.1;2.4;100;In;

01DE;;2;Curve 51G T2;Curve 51G;ENUMERATION: (1)MOD INVERSE (2)VERY INVERSE (4)EXTR INVERSE (8)DEFINITE TIME (16)USER ;RW;160;GROUND TOC 51G (group 2);;;;;

01E0;;4;TD Mult 51G T2;TD Mult 51G;FLOAT32(INTEL);RW;161;GROUND TOC 51G (group 2);0.05;2;100;;

01E4;;4;Def Time 51G T2;Def Time 51G;FLOAT32(INTEL);RW;162;GROUND TOC 51G (group 2);0;600;100;s;

01E8;;4;Pickup 50P1 T2;Pickup 50P1;FLOAT32(INTEL);RW;163;PHASE IOC 50P1 (group 2);0.1;30;10;In;

01EC;;4;Delay 50P1 T2;Delay 50P1;FLOAT32(INTEL);RW;164;PHASE IOC 50P1 (group 2);0;600;100;s;

01F0;;4;Pickup 50P2 T2;Pickup 50P2;FLOAT32(INTEL);RW;165;PHASE IOC 50P2 (group 2);0.1;30;10;In;

01F4;;4;Delay 50P2 T2;Delay 50P2;FLOAT32(INTEL);RW;166;PHASE IOC 50P2 (group 2);0;600;100;s;

01F8;;4;Pickup 50G1 T2;Pickup 50G1;FLOAT32(INTEL);RW;167;GROUND IOC 50G1 (group 2);0.1;30;10;In;

01FC;;4;Delay 50G1 T2;Delay 50G1;FLOAT32(INTEL);RW;168;GROUND IOC 50G1 (group 2);0;600;100;s;

0200;;4;Pickup 50G2 T2;Pickup 50G2;FLOAT32(INTEL);RW;169;GROUND IOC 50G2 (group 2);0.1;30;10;In;

0204;;4;Delay 50G2 T2;Delay 50G2;FLOAT32(INTEL);RW;170;GROUND IOC 50G2 (group

2);0;600;100;s;

0208;;4;Pickup 49 T2;Pickup 49;FLOAT32(INTEL);RW;172;THERMAL MODEL 49 (group 2);0.1;2.4;100;In;

020C;;4;Alarm Level 49 T2;Alarm Level 49;FLOAT32(INTEL);RW;229;THERMAL MODEL 49 (group 2);70;100;1;%;

0210;;4;Heat Time 49 T2;Heat Time 49;FLOAT32(INTEL);RW;173;THERMAL MODEL 49 (group 2);3;600;1;min;

0214;;4;Cool Time 49 T2;Cool Time 49;FLOAT32(INTEL);RW;174;THERMAL MODEL 49 (group 2);1;6;1;T1;

0218;;4;A Parameter;A Parameter;FLOAT32(INTEL);RW;108;USER CURVE;0;125;10000;s;

021C;;4;B Parameter;B Parameter;FLOAT32(INTEL);RW;109;USER CURVE;0;3;10000;s;

0220;;4;P Parameter;P Parameter;FLOAT32(INTEL);RW;110;USER CURVE;0;3;10000;;

0224;;4;Q Parameter;Q Parameter;FLOAT32(INTEL);RW;111;USER CURVE;0;2;10000;;

0228;;4;K Parameter;K Parameter;FLOAT32(INTEL);RW;112;USER CURVE;0;1.999;1000;s;

0234;;4;I^2 MAX Value;I^2 MAX Value;FLOAT32(INTEL);RW;192;COUNTERS;0;999;1000;kA2;

0238;0;2;Oscillo by communic.;O1;BIT;RW;178;OSCILLOGRAPHY MASK;;;;;

0238;1;2;Oscillo by digital input;O2;BIT;RW;188;OSCILLOGRAPHY MASK;;;;;

0238;2;2;Oscillo by tripping;O3;BIT;RW;195;OSCILLOGRAPHY MASK;;;;;

0238;3;2;Oscillo by pickup;O4;BIT;RW;196;OSCILLOGRAPHY MASK;;;;;

023A;0;2;Trip operation by command;sAPCOM;BIT;RW;1885;EVENT MASK;;;;;

023A;1;2;Reset latch aux;sRLATC;BIT;RW;1886;EVENT MASK;;;;;

023A;10;2;Close Breaker operation;sC INT;BIT;RW;16829;EVENT MASK;;;;;

023C;0;2;50P1 Pickup;A50PH;BIT;RW;387;EVENT MASK;;;;;

023C;1;2;50G1 Pickup;A 50NH;BIT;RW;388;EVENT MASK;;;;;

023C;2;2;51P Pickup;A51P;BIT;RW;385;EVENT MASK;;;;;

023C;3;2;51G Pickup;A51N;BIT;RW;386;EVENT MASK;;;;;

023C;4;2;50P2 Pickup;A 50PL;BIT;RW;389;EVENT MASK;;;;;

023C;5;2;50G2 Pickup;A 50NL;BIT;RW;390;EVENT MASK;;;;;

023C;6;2;49 Alarm;A 49;BIT;RW;391;EVENT MASK;;;;;

023C;8;2;50P1 disabled (by DI);IE50PH;BIT;RW;420;EVENT MASK;;;;;

023C;9;2;50G1 disabled (by DI);IE50NH;BIT;RW;421;EVENT MASK;;;;;

023C;10;2;51P disabled (by DI);I E51P;BIT;RW;418;EVENT MASK;;;;;

023C;11;2;51G disabled (by DI);I E51N;BIT;RW;419;EVENT MASK;;;;;

023C;12;2;50P2 disabled (by DI);IE50PL;BIT;RW;366;EVENT MASK;;;;;

023C;13;2;50G2 disabled (by DI);IE50NL;BIT;RW;365;EVENT MASK;;;;;

023C;14;2;49 disabled (by DI);I E49;BIT;RW;422;EVENT MASK;;;;;

023C;15;2;Trip disabled (by DI);D INH;BIT;RW;399;EVENT MASK;;;;;

023E;0;2;50P1 Trip;D 50ph;BIT;RW;394;EVENT MASK;;;;;

023E;1;2;50G1 Trip;D 50nh;BIT;RW;395;EVENT MASK;;;;;

023E;2;2;51P Trip;D51p;BIT;RW;392;EVENT MASK;;;;;

023E;3;2;51G Trip;D51n;BIT;RW;393;EVENT MASK;;;;;

023E;4;2;50P2 Trip;D 50pl;BIT;RW;396;EVENT MASK;;;;;

023E;5;2;50G2 Trip;D 50nl;BIT;RW;397;EVENT MASK;;;;;

023E;6;2;49 Trip;D49;BIT;RW;398;EVENT MASK;;;;;

023E;7;2;General trip;DISGEN;BIT;RW;424;EVENT MASK;;;;;

023E;9;2;Protection status;E PROT;BIT;RW;432;EVENT MASK;;;;;

023E;10;2;Output 1;aux1;BIT;RW;403;EVENT MASK;;;;;

023E;11;2;Output 2;aux2;BIT;RW;404;EVENT MASK;;;;;

023E;12;2;Output 3;aux3;BIT;RW;405;EVENT MASK;;;;;

023E;13;2;Output 4;aux4;BIT;RW;406;EVENT MASK;;;;;

023E;14;2;Digital Input 1;ENT 1;BIT;RW;416;EVENT MASK;;;;;

023E;15;2;Digital Input 2;ENT 2;BIT;RW;417;EVENT MASK;;;;;

0240;1;2;Sett. change disable;ihca;BIT;RW;402;EVENT MASK;;;;;

0240;2;2;Trip operation by input;ORD D;BIT;RW;426;EVENT MASK;;;;;

0240;6;2;Settings group change;C TAB;BIT;RW;427;EVENT MASK;;;;;

0240;7;2;Oscillo trigg by DI;Gosc;BIT;RW;407;EVENT MASK;;;;;

0240;10;2;Oscillo trigg by comm;STOC;BIT;RW;409;EVENT MASK;;;;;

0240;13;2;Settings change;C AJUS;BIT;RW;428;EVENT MASK;;;;;

0240;14;2;EEPROM Failure;SE2P;BIT;RW;410;EVENT MASK;;;;;

0240;15;2;User settings;Adef;BIT;RW;430;EVENT MASK;;;;;

0242;0;2;Function;Function;BIT;RW;181;COLD LOAD PICKUP;;;;;

0242;1;2;Function;Function;BIT;RW;117;BF TO OPEN;;;;;

0242;2;2;Autorecloser Function;AR Function;BIT;RW;21298;AUTORECLOSER 79;;;;;

0244;0;2;AR 50P1 Permission Init;AR 50P1 Init;BIT;RW;21308;AUTORECLOSER 79;;;;;

0244;1;2;AR 50G1 Permission Init;AR 50G1 Init;BIT;RW;21309;AUTORECLOSER 79;;;;;

0244;2;2;AR 51P Permission Init;AR 51P Init;BIT;RW;21312;AUTORECLOSER 79;;;;;

0244;3;2;AR 51G Permission Init;AR 51G Init;BIT;RW;21313;AUTORECLOSER 79;;;;;

0244;4;2;AR 50P2 Permission Init;AR 50P2 Init;BIT;RW;21310;AUTORECLOSER 79;;;;;

0244;5;2;AR 50G2 Permission Init;AR 50G2 Init;BIT;RW;21311;AUTORECLOSER 79;;;;;

0244;6;2;AR 49 Permission Init;AR 49 Init;BIT;RW;21314;AUTORECLOSER 79;;;;;

0244;7;2;AR External Permission Init;AR EXTERN Init;BIT;RW;21315;AUTORECLOSER 79;;;;;

0246;0;2;AR 50P1 Shot 1 Permission;AR 50P1 Shot 1;BIT;RW;21316;AUTORECLOSER 79;;;;;

0246;1;2;AR 50G1 Shot 1 Permission;AR 50G1 Shot 1;BIT;RW;21317;AUTORECLOSER 79;;;;;

0246;2;2;AR 51P Shot 1 Permission;AR 51P Shot 1;BIT;RW;21320;AUTORECLOSER 79;;;;;

0246;3;2;AR 51G Shot 1 Permission;AR 51G Shot 1;BIT;RW;21321;AUTORECLOSER 79;;;;;

0246;4;2;AR 50P2 Shot 1 Permission;AR 50P2 Shot 1;BIT;RW;21318;AUTORECLOSER 79;;;;;

0246;5;2;AR 50G2 Shot 1 Permission;AR 50G2 Shot 1;BIT;RW;21319;AUTORECLOSER

79;;;;;

0246;6;2;AR 49 Shot 1 Permission;AR 49 Shot 1;BIT;RW;21322;AUTORECLOSER 79;;;;;

0248;0;2;AR 50P1 Shot 2 Permission;AR 50P1 Shot 2;BIT;RW;21323;AUTORECLOSER 79;;;;;

0248;1;2;AR 50G1 Shot 2 Permission;AR 50G1 Shot 2;BIT;RW;21324;AUTORECLOSER 79;;;;;

0248;2;2;AR 51P Shot 2 Permission;AR 51P Shot 2;BIT;RW;21327;AUTORECLOSER 79;;;;;

0248;3;2;AR 51G Shot 2 Permission;AR 51G Shot 2;BIT;RW;21328;AUTORECLOSER 79;;;;;

0248;4;2;AR 50P2 Shot 2 Permission;AR 50P2 Shot 2;BIT;RW;21325;AUTORECLOSER 79;;;;;

0248;5;2;AR 50G2 Shot 2 Permission;AR 50G2 Shot 2;BIT;RW;21326;AUTORECLOSER 79;;;;;

0248;6;2;AR 49 Shot 2 Permission;AR 49 Shot 2;BIT;RW;21329;AUTORECLOSER 79;;;;;

024A;0;2;AR 50P1 Shot 3 Permission;AR 50P1 Shot 3;BIT;RW;21330;AUTORECLOSER 79;;;;;

024A;1;2;AR 50G1 Shot 3 Permission;AR 50G1 Shot 3;BIT;RW;21331;AUTORECLOSER 79;;;;;

024A;2;2;AR 51P Shot 3 Permission;AR 51P Shot 3;BIT;RW;21334;AUTORECLOSER 79;;;;;

024A;3;2;AR 51G Shot 3 Permission;AR 51G Shot 3;BIT;RW;21335;AUTORECLOSER 79;;;;;

024A;4;2;AR 50P2 Shot 3 Permission;AR 50P2 Shot 3;BIT;RW;21332;AUTORECLOSER

79;;;;;

024A;5;2;AR 50G2 Shot 3 Permission;AR 50G2 Shot 3;BIT;RW;21333;AUTORECLOSER 79;;;;;

024A;6;2;AR 49 Shot 3 Permission;AR 49 Shot 3;BIT;RW;21336;AUTORECLOSER 79;;;;;

024C;0;2;AR 50P1 Shot 4 Permission;AR 50P1 Shot 4;BIT;RW;21337;AUTORECLOSER 79;;;;;

024C;1;2;AR 50G1 Shot 4 Permission;AR 50G1 Shot 4;BIT;RW;21338;AUTORECLOSER 79;;;;;

024C;2;2;AR 51P Shot 4 Permission;AR 51P Shot 4;BIT;RW;21341;AUTORECLOSER 79;;;;;

024C;3;2;AR 51G Shot 4 Permission;AR 51G Shot 4;BIT;RW;21342;AUTORECLOSER 79;;;;;

024C;4;2;AR 50P2 Shot 4 Permission;AR 50P2 Shot 4;BIT;RW;21339;AUTORECLOSER 79;;;;;

024C;5;2;AR 50G2 Shot 4 Permission;AR 50G2 Shot 4;BIT;RW;21340;AUTORECLOSER 79;;;;;

024C;6;2;AR 49 Shot 4 Permission;AR 49 Shot 4;BIT;RW;21343;AUTORECLOSER 79;;;;;

024E;;4;Outage Time;Outage Time;FLOAT32(INTEL);RW;184;COLD LOAD PICKUP;0;60;1000;s;

0252;;4;On Load Time;On Load Time;FLOAT32(INTEL);RW;185;COLD LOAD PICKUP;0;60;1000;s;

0256;;4;Phase IOC Mult;Phase IOC Mult;FLOAT32(INTEL);RW;186;COLD LOAD PICKUP;1;5;100;;

025A;;4;Phase TOC Mult;Phase TOC Mult;FLOAT32(INTEL);RW;187;COLD LOAD

PICKUP;1;5;100;;

04D0;;6;Date & Time;Date & Time;DATE/TIME;RO;51;STATUS;0;60;100;s;

04D6;;6;Firmware Rev;Firmware Rev;BYTES ARRAY;RO;52;STATUS;;;;;

04DC;;16;Order Code;Order Code;BYTES ARRAY;RO;53;STATUS;;;;;

04EC;;16;Relay Name;Relay Name;BYTES ARRAY;RO;96;STATUS;;;;;

0506;;4;Last phase trip;Z2;BYTES ARRAY;RO;98;STATUS;;;;;

050A;;4;Last trip current;Z3;FLOAT32(INTEL);RO;99;STATUS;;;1;A;

0512;;6;LTU Date & Time;f h;DATE/TIME;RO;16542;STATUS;;;;;

0524;0;2;Trip LED;LD;BIT;RO;769;STATUS;;;;;

0524;1;2;READY;LR;BIT;RO;770;STATUS;;;;;

0524;2;2;LED 1;L1;BIT;RO;771;STATUS;;;;;

0524;3;2;LED 2;L2;BIT;RO;772;STATUS;;;;;

0524;4;2;LED 3;L3;BIT;RO;773;STATUS;;;;;

0524;5;2;LED 4;L4;BIT;RO;774;STATUS;;;;;

0526;0;2;50P1a Pickup;a 50HA;BIT;RO;59;STATUS;;;;;

0526;1;2;50P1b Pickup;a 50HB;BIT;RO;60;STATUS;;;;;

0526;2;2;50P1c Pickup;a 50HC;BIT;RO;61;STATUS;;;;;

0526;4;2;50P2a Pickup;a 50LA;BIT;RO;63;STATUS;;;;;

0526;5;2;50P2b Pickup;a 50LB;BIT;RO;64;STATUS;;;;;

0526;6;2;50P2c Pickup;a 50LC;BIT;RO;65;STATUS;;;;;

0526;8;2;51Pa Pickup;a 51 A;BIT;RO;67;STATUS;;;;;

0526;9;2;51Pb Pickup;a 51 B;BIT;RO;68;STATUS;;;;;

0526;10;2;51Pc Pickup;a 51 C;BIT;RO;69;STATUS;;;;;

052C;1;2;50G1 Pickup;a 50NH;BIT;RO;248;STATUS;;;;;

052C;3;2;51G Pickup;a 51N;BIT;RO;250;STATUS;;;;;

052C;5;2;50G2 Pickup;a 50NL;BIT;RO;252;STATUS;;;;;

052C;6;2;49 Alarm;aa49;BIT;RO;253;STATUS;;;;;

052C;7;2;Pickup;a GEN;BIT;RO;254;STATUS;;;;;

052E;0;2;50P1 Trip;d 50PH;BIT;RO;277;STATUS;;;;;

052E;1;2;50G1 Trip;d 50NH;BIT;RO;278;STATUS;;;;;

052E;2;2;51P Trip;d 51P;BIT;RO;279;STATUS;;;;;

052E;3;2;51G Trip;d 51N;BIT;RO;280;STATUS;;;;;

052E;4;2;50P2 Trip;d 50PL;BIT;RO;281;STATUS;;;;;

052E;5;2;50G2 Trip;d 50NL;BIT;RO;282;STATUS;;;;;

052E;6;2;49 Trip;dd49;BIT;RO;283;STATUS;;;;;

052E;8;2;TRIP;d;BIT;RO;88;STATUS;;;;;

052E;9;2;ALARM;al;BIT;RO;89;STATUS;;;;;

052E;10;2;Output 1;Output 1;BIT;RO;90;STATUS;;;;;

052E;11;2;Output 2;Output 2;BIT;RO;91;STATUS;;;;;

052E;12;2;Output 3;Output 3;BIT;RO;92;STATUS;;;;;

052E;13;2;Output 4;Output 4;BIT;RO;93;STATUS;;;;;

052E;14;2;Input 1;Input 1;BIT;RO;94;STATUS;;;;;

052E;15;2;Input 2;Input 2;BIT;RO;95;STATUS;;;;;

0530;1;2;Sett. change disable;EDICAJ;BIT;RO;383;STATUS;;;;;

0530;6;2;Group change;EDCTAB;BIT;RO;378;STATUS;;;;;

0530;9;2;Breaker Closed;EST52;BIT;RO;375;STATUS;;;;;

0530;14;2;EEPROM failure;F1;BIT;RO;791;STATUS;;;;;

0530;15;2;User Settings;AU;BIT;RO;792;STATUS;;;;;

0532;3;2;ACTIVE GROUP;T AC;BIT;RO;86;STATUS;;;;;

0532;4;2;Frequency;frec;BIT;RO;87;STATUS;;;;;

0532;5;2;Local;LOCREM;BIT;RO;371;STATUS;;;;;

0536;0;2;50 1a Trip;DIS 50HA;BIT;RO;16508;STATUS;;;;;

0536;1;2;50 1b Trip;DIS 50HB;BIT;RO;16507;STATUS;;;;;

0536;2;2;50 1c Trip;DIS 50HC;BIT;RO;16506;STATUS;;;;;

0536;4;2;50 2a Trip;DIS 50LA;BIT;RO;16505;STATUS;;;;;

0536;5;2;50 2b Trip;DIS 50LB;BIT;RO;16504;STATUS;;;;;

0536;6;2;50 2c Trip;DIS 50LC;BIT;RO;16503;STATUS;;;;;

0536;8;2;51a Trip;DIS 51A;BIT;RO;16511;STATUS;;;;;

0536;9;2;51b Trip;DIS 51B;BIT;RO;16510;STATUS;;;;;

0536;10;2;51c Trip;DIS 51C;BIT;RO;16509;STATUS;;;;;

053A;;4;Phase A Current;Phase A Current;FLOAT32(INTEL);RO;54;STATUS;;;1;A;

053E;;4;Phase B Current;Phase B Current;FLOAT32(INTEL);RO;55;STATUS;;;1;A;

0542;;4;Phase C Current;Phase C Current;FLOAT32(INTEL);RO;56;STATUS;;;1;A;

0546;;4;Ground Current;Ground Current;FLOAT32(INTEL);RO;57;STATUS;;;1;A;

054A;;4;TH Capacity Used;TH Capacity Used;FLOAT32(INTEL);RO;230;STATUS;;;1;;

055A;;2;OSC. NUMBER;OS;UINT16(INTEL);RO;58;STATUS;;;1;;

055E;;2;All events;St;UINT16(INTEL);RO;839;STATUS;;;1;;

0592;;1024;ALL EVENTS BUFFER;SUCt;BUFFER;RO;29;ALL EVENTS BUFFER;;;;;

9C2|1442|1454;;2688|18|16;OSCILLOGRAPHY BUFFER;OSC;BUFFER;RO;26;OSCILLOGRAPHY BUFFER;;;;;

University Of Aleppo
Faculty Of Electrical And Electronic Engineering
Department Of Electrical Power System



Structure Monitoring And Control System For Electrical Set ٦٦/٢٠ kv By Using PLC And SCADA

(Set of Idlib)

A Study Prepared To Get A Degree Of MSC In Electrical Power System Engineering

Prepared By
Eng. Sari Oubidin

Academic year ٢٠١١ - ٢٠١٠

University Of Aleppo
Faculty Of Electrical And Electronic Engineering
Department Of Electrical Power System



Structure Monitoring And Control System For Electrical Set ٦٦/٢٠ kv By Using PLC And SCADA

[Set of Idlib]

A Study Prepared To Get A Degree Of MSC In Electrical Power System Engineering

Prepared By
Eng. Sari Oubidin

Supervised by

Associated Professor	***Porfessor***
Dr . Taha JABBAN	***Dr. Sallah NADER***
Faculty of Electrical & Electronic Engineering	***Faculty of Electrical & Electronic Engineering***
University of Aleppo	***University of Aleppo***

Academic year ٢٠١١ - ٢٠١٠